

**INTRODUCTION
TO
ELECTRICAL
ENGINEERING**
(English-Kannada-Marathi)

- Compiled by -
Dr. Shubha B. Baravani

As per Revised Syllabus of

Visvesvaraya Technological University

INTRODUCTION TO ELECTRICAL ENGINEERING

Compiled by:

Dr. Shubha B Baravani

Associate Professor

MMEC, Belagavi



MMEC

FOREWORD



It gives me great pleasure to introduce the remarkable work "Introduction to Electrical Engineering" authored by our distinguished faculty member, Dr. Shubha Baravani. Dr. Baravani's dedication to the field of electrical engineering and her commitment to educating future engineers have consistently elevated the academic standards of our institution.

In an era where technological advancements shape our world, this book serves as an indispensable resource. Dr. Baravani's expertise and passion shine through in the clarity and depth of the material presented, making complex concepts accessible to students and enthusiasts alike.

As the President of this institution, I take immense pride in the contributions of our faculty, and Dr. Baravani's work is a shining example of our commitment to excellence in education. I have no doubt that this book will inspire a new generation of electrical engineers and serve as a beacon of knowledge in the field.

Warm regards,

Dr. Rajashree Nagaraju

President

MMEC, Belagavi



It is with great pride that I introduce the book "Introduction to Electrical Engineering" authored by our esteemed faculty member, Dr. Shubha Baravani. Dr. Baravani's passion for teaching and depth of knowledge in the field of electrical engineering shine through in this comprehensive work.

In our rapidly advancing technological landscape, a solid grasp of the core principles of electrical engineering has become essential. This book not only offers valuable educational insights but also embodies Dr. Baravani's unwavering commitment to sharing knowledge and nurturing a profound enthusiasm for this field among both students and passionate individuals.



Dr. Baravani's commitment to excellence in education has been an asset to our institution, and this book is a testament to her expertise. I am confident that readers will find this book to be an invaluable guide in their journey through the intriguing world of electrical engineering.

Warm regards,

Dr. D G Kulkarni

Principal

MMEC, Belagavi

PREFACE

As an author, it is both a privilege and a pleasure to introduce you to this multilingual exploration of the fascinating world of electrical engineering. In a rapidly evolving technological landscape, the importance of understanding the fundamental principles of electrical engineering cannot be overstated. This book seeks to provide a comprehensive yet accessible introduction to this dynamic field, catering to readers from diverse linguistic backgrounds.

Electrical engineering knows no borders. It is a global language that powers our interconnected world. Therefore, it is only fitting that this book be accessible to a wide audience. By presenting this material in multiple languages, we aim to break down language barriers and make the wealth of knowledge in electrical engineering accessible to a global readership.

This book is organized to take you on a journey through the core concepts of electrical engineering. Each chapter delves into a specific topic, building upon the previous ones to provide a structured and coherent learning experience. Whether you are a student embarking on your educational journey, a professional seeking to expand your knowledge, or simply an enthusiast eager to understand the principles behind the technologies that shape our world, this book is designed to cater to your needs.

This book is written in multiple languages to ensure that language is not a barrier to learning about electrical engineering. We believe that knowledge should be inclusive and accessible to everyone.

Throughout the book, we emphasize the practical applications of electrical engineering concepts, demonstrating how they are used in various industries and everyday life.

To aid understanding, we have included a plethora of diagrams, illustrations, and examples. Visual learners will find these invaluable in grasping complex concepts.

Creating a book of this scope and scale is a collaborative effort. I would like to express my deepest gratitude to all the educators, researchers, and engineers who have contributed to the field of electrical engineering. Your work has inspired this book, and I hope it serves as a valuable resource to the next generation of engineers.

I would also like to extend my appreciation to my family, friends, and colleagues who have supported me throughout this endeavour. Your encouragement and insights have been instrumental in bringing this book to fruition.

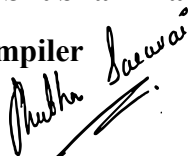
In closing, I hope that this multilingual journey through the world of electrical engineering not only equips you with knowledge but also sparks your curiosity and passion for this field. As we embark on this adventure together, remember that electrical engineering is not just a discipline; it's a force that powers innovation, shapes our modern world, and offers endless opportunities for those who dare to explore it.

Thank you for joining me on this journey. Let's embark on our exploration of electrical engineering together.

Warm regards,

Dr. Shubha B Baravani

Compiler



Module	Content	Page No
1		1-53
1.1	Introduction	1-11
	1.1.1 Conventional and non-conventional energy resources	1
	1.1.2 General structure of electrical power systems using single line diagram approach	11
1.2	Power Generation	12-39
	1.2.1 Hydel Power Generation	12
	1.2.2 Nuclear Power Generation	21
	1.2.3 Solar Power Generation	32
	1.2.4 Wind Power Generation	39
1.3	DC Circuits	40-53
	1.3.1 Ohm's Law and its limitations.	40
	1.3.2 KCL & KVL	42
	1.3.3 Series, Parallel, Series-Parallel circuits	53
2		54-115
2.1	A.C. Fundamentals	54-115
	2.1.1 Equation of AC Voltage and current.	54
	2.1.2 Waveform, time period, frequency, amplitude, phase, phase difference, average value, RMS value, form factor, peak factor. (only definitions)	54
	2.1.3 Voltage and current relationship with phasor diagrams in R, L, and C circuits.	60
	2.1.4 Concept of Impedance. Analysis of R-L, R-C, R-L-C Series circuits.	78
	2.1.5 Active power, reactive power and apparent power. Concept of power factor	99
2.2	Three Phase Circuits	108-115
	2.2.1 Generation of Three phase AC quantity	108
	2.2.2 Star and delta connection, relationship between line and phase quantities	113
3		116-140
3.1	DC Generator	116-131
	3.1.1 Principle of operation, constructional details.	116-117
	3.1.2 Induced emf expression.	121
	3.1.3 Types of generators, Relation between induced emf and terminal voltage	121
3.2	DC Motor	132-135
	3.2.1 Principle of operation.	132
	3.2.2 Back emf and its significance.	133
	3.2.3 Torque equation.	135

4		141-
4.1	Transformers	141-160
4.1.1	Necessity of transformer, principle of operation	141,142
4.1.2	Types and construction of single-phase transformers	144
4.1.3	Construction	147
4.1.4	EMF equation	149
4.1.5	Losses, variation of losses with respect to load.	151
4.1.6	Efficiency	156
4.2	Three-phase induction Motors	161-173
4.2.1	Concept of rotating magnetic field	161
4.2.2	Principle of operation, constructional features of motor.	165
4.2.3	Types – squirrel cage and wound rotor.	166
4.2.4	Slip and its significance	170
5		174
5.1	Domestic Wiring	174-
5.1.1	Requirements, Types of wiring: casing, capping.	174
5.1.2	Two way and three-way control of load	175
5.2	Electricity Bill	179-180
5.2.1	Definition of “unit” used for consumption of electrical energy.	179
5.2.2	Two-part electricity tariff.	179
5.2.3	Calculation of electricity bill for domestic consumers	179
5.3	Equipment Safety measures:	180-184
5.3.1	Working principle of Fuse and Miniature circuit breaker (MCB), merits and demerits.	180
5.4	Personal safety measures	184-190
5.4.1	Earthing and its types.	184
5.4.2	Safety Precautions to avoid shock.	189

Module-1

1.1 Introduction: Conventional and non-conventional energy resources, General structure of electrical power systems using single line diagram approach.

1.2 Power Generation: Hydel, Nuclear, Solar & wind power generation (Block Diagram approach).

1.3 DC Circuits: Ohm's Law and its limitations. KCL & KVL, series, parallel, series-parallel circuits. Simple Numerical.

1.1 Introduction

1.1.1 Conventional and non-conventional energy resources

Conventional sources of energy

Conventional energy sources are naturally present and have been in use for years. The use of conventional sources is done for heating, lighting, cooking, running machinery, and provision of electricity. The examples for which include firewood, fossil fuels, and others. In addition, firewood has been extensively used for cooking purposes in remote regions of India.

ಸಂವಹನ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಇರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಮೂಲಗಳ ಬಳಕೆಯನ್ನು ತಾಪನ, ಬೆಳಕು, ಅಡುಗೆ, ಚಾಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಗಾಗಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉರುವಲು, ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ಇಂಧನಗಳು ಮತ್ತು ಇತರವುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ಭಾರತದ ದೂರದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಡುಗೆ ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗಾಗಿ ಉರುವಲುಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಂವಹನ ಶಕ್ತಿ ಸ್ತೋತ ನೈಸರ್ಗಿಕರೀತಿಯಾ ಉಪಸ್ಥಿತ ಆಹೇತ ಆಣಿ ವರ್ಷಾನುವರ್ಷ ವಾಪರಾತ ಆಹೇತ. ಪಾರಂಪಾರಿಕ ಸ್ತೋತಾಂಚಾ ವಾಪರ ಗರಮ ಕರಣೆ, ಪ್ರಕಾಶ ವ್ಯವಸ್ಥಾ, ಸ್ವಯಂಪಾಕ ಕರಣೆ, ಯಂತ್ರ ಚಾಲವಣೆ ಆಣಿ ವಿಜೇಚಿ ತರತೂದ ಕರಣೆ ಯಾಸಾಠಿ ಕೆಲಾ ಜಾತೆ. ಜ್ಯಾ ಉದಾಹರಣಾಂಸಾಠಿ ಸರಪಣ, ಜಿವಾಶಮ ಇಂಧನ ಆಣಿ ಇತರ ಸಮಾವಿಷ್ಟ ಆಹೇತ. ಯಾವ್ಯತಿರಿಕ್ತ, ಭಾರತಾತೀಲ ದುರ್ಗಮ ಪ್ರದೇಶಾಂಮಧೆ ಸ್ವಯಂಪಾಕಾಸಾಠಿ ಸರಪಣ ಮೆಠ್ಯಾ ಪ್ರಮಾಣಾವರ ವಾಪರಲೆ ಜಾತೆ.

Advantages of conventional energy sources

- Easily Available
- Efficient and good electricity conversion
- Low exploration costs

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳ ಪ್ರಯೋಜನಗಳು

- ಸುಲಭವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ
- ಸಮರ್ಥ ಮತ್ತು ಉತ್ತಮ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿವರ್ತನೆ
- ಕಡಿಮೆ ಅನ್ವೇಷಣೆ ವೆಚ್ಚಗಳು

ಪಾರಂಪಾರಿಕ ಶಕ್ತಿ ಸ್ತೋತಾಂಚೆ ಫಾಯದೆ

- ಸಹಜ ಉಪಲಬ್ಧ

- कार्यक्षम आणि चांगले वीज रूपांतरण
- कमी अन्वेषण खर्च

Disadvantages for conventional sources of energy

- Time-consuming collection process
- Pollutes the atmosphere
- Destroys natural ecosystems
- Displaces local communities
- Initial set-up could be costly

सांप्रदायिक शक्तियुक्त मूलांसाठी अनानुकूलता

- सभ्यतेचे तसेच संपन्नतेचे संग्रहण प्रक्रिये
- वातावरणाला कलुषित करणे
- नैसर्गिक परिसर नष्ट करणे
- स्थानिक समाजांना स्थलांतरित करणे
- प्रारंभिक खर्च अत्यंत उच्च असू शकतो

उर्जेच्या पारंपारिक स्रोतांचे तोटे

- वेळ घेणारी संकलन प्रक्रिया
- वातावरण प्रदूषित करते
- नैसर्गिक परिसंस्था नष्ट करते
- स्थानिक समाजांना विस्थापित करते
- प्रारंभिक सेट-अप महाग असू शकतो

Non- Conventional energy of sources

Non-conventional sources could be obtained from sun, wind, hot springs, and others that support heat and power generation. They are non-polluting and present in abundance within the earth's atmosphere.

शुद्ध व विद्युत् ऊर्जा स्रोतांना बळगतीसोबतच सौर, गंधक, भूगर्भातील उष्णता आणि वीज निर्मितीला समर्थन देणारे इतर स्रोतांकडून मिळू शकतात. ते प्रदूषणरहित आहेत आणि पृथ्वीच्या वातावरणात विपुल प्रमाणात आहेत.

अपारंपारिक स्रोत सूर्य, वारा, गरम पाण्याचे झरे आणि उष्णता आणि वीज निर्मितीला समर्थन देणारे इतर स्रोतांकडून मिळू शकतात. ते प्रदूषणरहित आहेत आणि पृथ्वीच्या वातावरणात विपुल प्रमाणात आहेत.

Wind-Wind energy has been used for many years for grinding grains in mills. Although, in recent years, it has been used to generate electricity by harnessing the energy of winds by turbines attached to substantial capacity generators. Usually, such wind farms are located near coastal areas or mountains with the high wind flow. In India, my desert regions, like the outskirts of Gujarat and Rajasthan, have built substantial wind farms.

गिरीश्वरामध्ये, धान्याच्या मळांना चालवण्यासाठी गंधक-गंधक शक्तियुक्त हलक्या वस्तूंच्या मदतीने बळगतीसोबतच सौर, गंधक, भूगर्भातील उष्णता आणि वीज निर्मितीला समर्थन देणारे इतर स्रोतांकडून मिळू शकतात. ते प्रदूषणरहित आहेत आणि पृथ्वीच्या वातावरणात विपुल प्रमाणात आहेत.

ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳಿಂದ ಗಾಳಿಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಇದನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಅಂತಹ ಗಾಳಿ ಸಾಕಣೆ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಕರಾವಳಿ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿವೆ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾಳಿಯ ಹರಿವಿನೊಂದಿಗೆ ಪರ್ವತಗಳು. ಭಾರತದಲ್ಲಿ, ಗುಜರಾತ್ ಮತ್ತು

ರಾಜಸ್ಥಾನದ ಹೊರವಲಯಗಳಂತಹ ನನ್ನ ಮರುಭೂಮಿ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಗಣನೀಯವಾದ ಗಾಳಿ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿವೆ.

ಗಿರಣ್ಯಾಂमध्ये धान्य दळण्यासाठी पवन-पवन ऊर्जेचा वापर अनेक वर्षांपासून केला जात आहे. जरी, अलिकडच्या वर्षात, याचा वापर मोठ्या क्षमतेच्या जनरेटरला जोडलेल्या टर्बाइनद्वारे वाऱ्याच्या ऊर्जेचा उपयोग करून वीज निर्माण करण्यासाठी केला जात आहे. सहसा, अशा पवन शेतात किनारपट्टीच्या भागात किंवा जवळ स्थित आहेत.

उंच वाऱ्यासह पर्वत. भारतात, माझ्या वाळवंटी प्रदेशांनी, जसे गुजरात आणि राजस्थानच्या बाहेरील भागात, मोठ्या प्रमाणात पवन फार्म तयार केले आहेत.

Nuclear Power Plants- Nuclear energy is acquired from nuclei atoms that occur naturally in radioactive sources like uranium, thorium, and others. Nuclear fuels emit power when undergone in nuclear reactors. Globally, the USA and Europe are the largest nuclear power producers, although in India, uranium is found in Jharkhand, and thorium is found in Kerala.

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಸ್ಥಾವರಗಳು- ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಯುರೇನಿಯಂ, ಥೋರಿಯಂ ಮತ್ತು ಇತರ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಮೂಲಗಳಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಸಂಭವಿಸುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣು ಇಂಧನಗಳು ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಒಳಪಡುವಾಗ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಜಾಗತಿಕವಾಗಿ, USA ಮತ್ತು ಯುರೋಪ್‌ಗಳು ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಾಗಿವೆ, ಆದರೂ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಜಾರ್ಖಂಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಥೋರಿಯಂ ಕೇರಳದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಪೌವರ್ ಪ್ಲಾಂಟ್ಸ್- युरेनियम, थोरियम आणि इतर सारख्या किरणोत्सर्गी स्त्रोतांमध्ये नैसर्गिकरित्या उद्भवणाऱ्या न्युक्ली अणूंमधून अणुऊर्जा प्राप्त केली जाते. आण्विक अणुभट्ट्यांमध्ये असताना आण्विक इंधन ऊर्जा उत्सर्जित करते. जागतिक स्तरावर, यूएसए आणि युरोप हे सर्वात मोठे अणुऊर्जा उत्पादक आहेत, जरी भारतात युरेनियम झारखंडमध्ये आणि थोरियम केरळमध्ये आढळते.

Geothermal Energy- The heat acquired from the earth is geothermal energy. In many areas, hot springs are witnessed as part of geothermal energy. The heat from within the earth has been used for generating power. New Zealand, Iceland, Central America, and the USA have the largest geothermal power plants. India also has geothermal power plants located in Himachal Pradesh and Ladakh.

ಭೂಶಾಖದ ಶಕ್ತಿ- ಭೂಮಿಯಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಶಾಖವು ಭೂಶಾಖದ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿದೆ. ಅನೇಕ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಬಿಸಿನೀರಿನ ಬುಗ್ಗೆಗಳು ಭೂಶಾಖದ ಶಕ್ತಿಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯೊಳಗಿನ ಶಾಖವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಜಿಲೆಂಡ್, ಐಸ್ಲ್ಯಾಂಡ್, ಮಧ್ಯ ಅಮೇರಿಕಾ ಮತ್ತು ಯುಎಸ್‌ಎಗಳು ಅತಿದೊಡ್ಡ ಭೂಶಾಖದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಭಾರತವು ಹಿಮಾಚಲ ಪ್ರದೇಶ ಮತ್ತು ಲಡಾಖ್‌ನಲ್ಲಿ ಭೂಶಾಖದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

- ಹೇರಳವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ
- ಉಚಿತವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ
- ಕಡಿಮೆ ಸರಂಜಾಮು ವೆಚ್ಚಗಳು
- ಕಡಿಮೆ ಪರಿಸರ ಹಾನಿ

उर्जेच्या अपारंपरिक स्रोताचे फायदे

- ते प्रदूषणरहित असतात
- मुबलक प्रमाणात उपलब्ध
- मोफत उपलब्ध
- कमी हार्नेसिंग खर्च
- कमी पर्यावरणीय नुकसान

Disadvantages of non- conventional sources of energy

- Their acquisition can be sourced only in restricted time limits like in rainy seasons tidal waves will generate more energy than others
- Not viable commercially
- Lower efficiency levels.

ಅಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳ ಅನಾನುಕೂಲಗಳು

- ಮಳೆಗಾಲದಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತದ ಅಲೆಗಳು ಇತರರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಹಾಗೆ ನಿರ್ಬಂಧಿತ ಸಮಯದ ಮಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅವುಗಳ ಸ್ವಾಧೀನವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು
- ವಾಣಿಜ್ಯಿಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ
- ಕಡಿಮೆ ದಕ್ಷತೆಯ ಮಟ್ಟಗಳು.

उर्जेच्या अपारंपरिक स्रोतांचे तोटे

- त्यांचे संपादन केवळ मर्यादित वेळेच्या मर्यादित केले जाऊ शकते जसे की पावसाळ्यात भरतीच्या लाटा इतरांपेक्षा जास्त ऊर्जा निर्माण करतात
- व्यावसायिकदृष्ट्या व्यवहार्य नाही
- कमी कार्यक्षमता पातळी.

Difference Between Conventional and Non-conventional Sources of Energy

Conventional Sources of Energy शक्तीय साಂಪ्रदायिक मूलगळ उर्जेचे पारंपारिक स्रोत	Non-conventional sources of energy शक्तीय सांಪ्रदायिकवल्लद मूलगळ उर्जेचे अपारंपरिक स्रोत
These sources of energy are also known as a non-renewable source of energy.	These sources of energy are also known as a renewable source of energy
ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳನ್ನು ನವೀಕರಿಸಲಾಗದ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.	ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳನ್ನು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ

<p>उर्जेचे हे स्त्रोत उर्जेचे अपारंपरिक स्त्रोत म्हणून देखील ओळखले जातात.</p>	<p>उर्जेचे हे स्त्रोत उर्जेचे अक्षय स्त्रोत म्हणून देखील ओळखले जातात</p>
<p>They find both commercial and industrial purposes.</p> <p>अवरो वानीज्य मत्तु क्यगोरिका लुद्वेशगलनु कुण्डुकुलुत्तुरे</p> <p>ते व्यावसायिक आणि औद्योगिक दोन्ही हेतू शोधतात</p>	<p>They are mainly used for household purposes</p> <p>अवुगलनु मुरुवुवगी मनैयु लुद्वेशगलुगी बलसलुगुतुदु</p> <p>ते प्रामुख्याने घरगुती कारणांसाठी वापरले जातात</p>
<p>These can be considered to be one of the reasons for the cause of pollution.</p> <p>अवुगलनु मालुन्युद करणगलु लुदु वुदु पुरुगलुसबकुदु</p> <p>प्रदूषणाच्या कारणांपैकी हे एक कारण मानले जाऊ शकते</p>	<p>These are not responsible for the cause of pollution</p> <p>मालुन्युद करणकु अवु कुवववुदुरलु हे प्रदूषणाच्या कारणासाठी जबाबदार नाहीत</p>
<p>Coal, fossil fuels are two examples</p> <p>कलुदुदुलु, पलुयुलुक अणुदुनगलु वरदु लुदुवकरणुगलुवे</p> <p>कोळसा, जीवाश्म इंधन ही दोन उदाहरणे आहेत</p>	<p>Wind, solar energy and Biomass two examples</p> <p>पवन, सौरशक्ति मत्तु कुववुराशी वरदु लुदुवकरणुगलु</p> <p>पवन, सौर ऊर्जा आणि बायोमास ही दोन उदाहरणे</p>
<p>These sources of energy are also known as a non-renewable source of energy</p> <p>कु शकुतुयु मुरुलगलनु नवुकुरुसलुगद शकुतुयु मुरुल वुदुदु करुयलुगुतुदु</p> <p>उर्जेचे हे स्त्रोत उर्जेचे अपारंपरिक स्त्रोत म्हणून देखील ओळखले जातात</p>	<p>These sources of energy are also known as a renewable source of energy</p> <p>कु शकुतुयु मुरुलगलनु नवुकुरुसबकुदुदुदु शकुतुयु मुरुल वुदुदु करुयलुगुतुदु</p> <p>उर्जेचे हे स्त्रोत उर्जेचे अक्षय स्त्रोत म्हणून देखील ओळखले जातात</p>

Commercial and Non-Commercial Energy

Commercial Energy Sources

Coal, electricity and petroleum are known as commercial energy since the consumer needs to pay its price to buy them.

ವಾಣಿಜ್ಯ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳು

ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಅನ್ನು ವಾಣಿಜ್ಯ ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಗ್ರಾಹಕರು ಅವುಗಳನ್ನು ಖರೀದಿಸಲು ಅದರ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪಾವತಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವ್ಯವಸಾಯಿಕ ಊರ್ಜಾ ಸ್ರೋತ

ಕೋಲಸಾ, ವೀಜ್ ಆಫಿ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ ಯಾಂತ್ರಾ ವ್ಯವಸಾಯಿಕ ಊರ್ಜಾ ಮ್ಹಣುನ್ ಆಂಜಲೆ ಜಾತೆ ಕಾರಣ ತೆ ಖರೆದಿ ಕರ್ಯಾಸಾಥಿ ಗ್ರಾಹಕಾಲಾ ತ್ಯಾಚಿ ಕಿಂಮತ ಮೊಜಾವಿ ಲಾಗತೆ.

Coal

Coal has historically played a significant role as an energy source in India. The country boasts an extensive coal reserve base, with over 148,790 coal deposits. Notably, in the period between 2005 and 2006, India's annual coal production reached an impressive 343 million tons. This places India among the world's top coal producers, holding the fourth position globally. The coal deposits are predominantly concentrated in states such as Bihar, Orissa, Madhya Pradesh, Jharkhand, and Bengal.

ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಐತಿಹಾಸಿಕವಾಗಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲವಾಗಿ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ದೇಶವು 148,790 ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ನಿಕ್ಷೇಪಗಳೊಂದಿಗೆ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮೀಸಲು ನೆಲೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ, 2005 ಮತ್ತು 2006 ರ ನಡುವಿನ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ, ಭಾರತದ ವಾರ್ಷಿಕ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿ 343 ಮಿಲಿಯನ್ ಟನ್‌ಗಳನ್ನು ತಲುಪಿತು. ಇದು ವಿಶ್ವದ ಅಗ್ರ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಉತ್ಪಾದಕರಲ್ಲಿ ಭಾರತವನ್ನು ಇರಿಸುತ್ತದೆ, ಜಾಗತಿಕವಾಗಿ ನಾಲ್ಕನೇ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ನಿಕ್ಷೇಪಗಳು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಬಿಹಾರ, ಒರಿಸ್ಸಾ, ಮಧ್ಯಪ್ರದೇಶ, ಜಾರ್ಖಂಡ್ ಮತ್ತು ಬಂಗಾಳದಂತಹ ರಾಜ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿವೆ.

ಕೋಲಶಾನೆ ಐತಿಹಾಸಿಕವಾಗಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲವಾಗಿ ಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ದೇಶವು 148,790 ಕೋಲಶಾಚ್ಯಾ ಸಾಂಪನ್ಮಯವು ವಿಸ್ತೃತ ಕೋಲಸಾ ರಾಖೀವ ಆಧಾರ ಆಹೆ. ಉಲ್ಲೇಖನೀಯ ಮ್ಹಣಜೆ, 2005 ತೆ 2006 ಯಾ ಕಾಲಾವಧಿತ ಭಾರತಾಚೆ ವಾರ್ಷಿಕ ಕೋಲಸಾ ಉತ್ಪಾದನ 343 ದಶಲಕ್ಷ ಟನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ಯಾಂತ್ರಾ ಭಾರತಾಚಾ ಜಗಾತೀಲ ಅವಲ ಕೋಲಸಾ ಉತ್ಪಾದಕಾಂಮತ್ಯೆ ಸಮಾವೇಶ ಹೊತೊ, ಜಾಗತಿಕ ಸ್ತರಾವರ ಚೌತ್ಯಾ ಕ್ರಮಾಂಕಾವರ ಆಹೆ. ಕೋಲಶಾಚೆ ಸಾಠೆ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯಾನೆ ಬಿಹಾರ, ಆರಿಸಾ, ಮಧ್ಯ ಪ್ರದೇಶ, ಜಾರ್ಖಂಡ್ ಆಫಿ ಬಂಗಾಲ ಯಾ ರಾಜ್ಯಾಂಮತ್ಯೆ ಕೇಂದ್ರಿತ ಆಹೆತ.

Oil and Natural Gas

Oil is considered liquid gold and one of the crucial energy sources in India and the world. Oil is primarily used in planes, automobiles, trains and ships. The total oil production in India was 0.3 million tons in 1950-51, which increased up to 32.4 million tons in 2000-01. It is mainly found in Assam, Gujarat and Mumbai.

ತೈಲ ಮತ್ತು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅನಿಲ

ತೈಲವನ್ನು ದ್ರವ ಚಿನ್ನವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಭಾರತ ಮತ್ತು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆ. ತೈಲವನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ವಿಮಾನಗಳು, ವಾಹನಗಳು, ರೈಲುಗಳು ಮತ್ತು

ಹಡಗುಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. 1950-51ರಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ತೈಲ ಉತ್ಪಾದನೆಯು 0.3 ದಶಲಕ್ಷ ಟನ್‌ಗಳಷ್ಟಿತ್ತು, ಇದು 2000-01ರಲ್ಲಿ 32.4 ದಶಲಕ್ಷ ಟನ್‌ಗಳಿಗೆ ಏರಿತು. ಇದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅಸ್ಸಾಂ, ಗುಜರಾತ್ ಮತ್ತು ಮುಂಬೈನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ.

ತೆಲೆ ಆಗಿ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಾಯು

ತೆಲೆ ಹೆ ದ್ರವ ಸೋನೆ ಮಾನಲೆ ಜಾತೆ ಆಗಿ ಭಾರತ ಆಗಿ ಜಗಾತೀಲ ಂಕ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಁರ್ಜಾ ಸ್ತೂತ ಆಹೆ. ತೆಲಾಚಾ ವಾಪರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯಾನೆ ವಿಮಾನೆ, ಮೂಟಾರಗಾಡ್ಯಾ, ರೆಲ್ವೆ ಆಗಿ ಜಹಾಜಾಂಥ್ಯೆ ಕೆಲಾ ಜಾತೂ. ಭಾರತಾತೀಲ ಂಕೂಣ ತೆಲ ಁತ್ಪಾದನ 1950-51 ಮಥ್ಯೆ 0.3 ದಶಲಕ್ಷ ಟನ ಹೂತೆ, ಜೆ 2000-01 ಮಥ್ಯೆ 32.4 ದಶಲಕ್ಷ ಟನಾಂಪರ್ಯತ ವಾಡಲೆ. ಹೆ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯಾನೆ ಆಸಾಮ, ಗುಜರಾತ ಆಗಿ ಮುಂಬೈ ಯೆಥೆ ಆಡಲತೆ.

Electricity

Electricity serves as a ubiquitous energy source extensively employed for both residential and commercial applications. It finds widespread utilization in various electrical appliances such as refrigerators, televisions, washing machines, and air conditioning systems.

ವಿದ್ಯುತ್

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಸರ್ವತ್ರ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ಇದನ್ನು ವಸತಿ ಮತ್ತು ವಾಣಿಜ್ಯ ಅನ್ವಯಿಕೆಗಳಿಗೆ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ರೆಫ್ರಿಜರೇಟರ್‌ಗಳು, ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ಗಳು, ವಾಷಿಂಗ್ ಮೆಷಿನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಹವಾನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಂತಹ ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ವಿಜ

ವಿಜ ಹಾ ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿ ಁರ್ಜಾ ಸ್ತೂತ ಮ್ಹಣೂನ ಕಾಮ ಕರತೂ ಜೂ ನಿವಾಸಿ ಆಗಿ ವ್ಯಾವಸಾಯಿಕ ದೂನ್ಹಿ ಅನುಪ್ರಯೂಗಾಂಸಾಠಿ ಮೂಠ್ಯಾ ಪ್ರಮಾಣಾತ ವಾಪರಲಾ ಜಾತೂ. ರೆಫ್ರಿಜರೆಟರ್, ಟೆಲಿವಿಷನ್, ವಾಷಿಂಗ್ ಮಶಿನ್ ಆಗಿ ಂಆರ್ ಕಂಡಿಷನಿಂಗ್ ಸಿಸ್ಟಮ ಯಾಸಾರಖ್ಯಾ ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯುತ ಁಪಕರಣಾಂಥ್ಯೆ ಯಾಚಾ ವ್ಯಾಪಕ ವಾಪರ ಆಡಲತೂ.

Non-commercial Energy Sources

Energy sources that are readily accessible without monetary exchange are typically categorized as non-commercial. Examples of these include materials like straw, dried dung, and firewood.

ವಿತ್ತೀಯ ವಿನಿಮಯವಿಲ್ಲದೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಬಹುದಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಾಣಿಜ್ಯೇತರ ಎಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಣಹುಲ್ಲಿನ, ಒಣಗಿದ ಸಗಣೆ ಮತ್ತು ಉರುವಲು ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಸೇರಿವೆ.

ಮೂದ್ರಿಕ ದೆವಾಣಧೆವಾಣಿಶಿವಾಯ ಸಹಜ ಁಪಲಬ್ಧ ಅಸಲೆಲೆ ಁರ್ಜಾ ಸ್ತೂತ ಸಾಮಾನ್ಯತ: ಗೂರ-ವ್ಯಾವಸಾಯಿಕ ಮ್ಹಣೂನ ವರ್ಗೀಕೃತ ಕೆಲೆ ಜಾತಾತ. ಯಾ ಁದಾಹರಣಾಂಥ್ಯೆ ಪೆಂಡಾ, ವಾಡಲೆಲೆ ಶೂಣ ಆಗಿ ಸರಪಣ ಯಾಸಾರಖ್ಯಾ ಸಾಹಿಲ್ಯಾಚಾ ಸಮಾವೆಶ ಹೂತೂ.

1.1.2 General structure of electrical power systems using single line diagram approach

Electric power is typically generated at a voltage of 11 kV in power stations across India and Europe. However, there can be variations in generation voltage depending on specific circumstances. Generating machines suitable for power stations are commonly available within the voltage range of 6 kV to 25 kV from prominent manufacturers. Figure 1.1 shows a Single line diagram of typical electrical power system.

ಭಾರತ ಮತ್ತು ಯುರೋಪ್‌ನಾದ್ಯಂತ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ 11 kV ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂದರ್ಭಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ಪೀಳಿಗೆಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಉತ್ಪಾದನಾ ಯಂತ್ರಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರಮುಖ ತಯಾರಕರಿಂದ 6 kV ನಿಂದ 25 kV ವೋಲ್ಟೇಜ್ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ.

ಸंपूर्ण भारत आणि युरोपमधील पॉवर स्टेशनमध्ये विद्युत उर्जा सामान्यतः 11 kV च्या व्होल्टेजवर तयार केली जाते. तथापि, विशिष्ट परिस्थितीनुसार जनरेशन व्होल्टेजमध्ये फरक असू शकतो. पॉवर स्टेशनसाठी योग्य जनरेटिंग मशीन्स सामान्यतः 6 kV ते 25 kV च्या व्होल्टेज रेंजमध्ये प्रमुख उत्पादकांकडून उपलब्ध असतात.

Following the initial generation, the voltage is increased through a process known as voltage transformation, commonly achieving levels of 132 kV, 220 kV, 400 kV, or even 765 kV, depending on the distance over which the power needs to be transmitted. The choice of voltage level for transmission is contingent on the transmission distance. In longer-distance scenarios, higher voltage levels are employed. This voltage elevation, or stepping up, serves the purpose of mitigating I^2R losses during the power transmission. By increasing the voltage, the current is proportionally reduced to maintain constant power transfer, resulting in a decrease in I^2R losses. This phase is commonly referred to as primary transmission.

ಆರಂಭಿಕ ಪೀಳಿಗೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ರೂಪಾಂತರ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 132 kV, 220 kV, 400 kV, ಅಥವಾ 765 kV ಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸಾಧಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ರವಾನಿಸಬೇಕಾದ ದೂರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಸರಣಕ್ಕಾಗಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮಟ್ಟದ ಆಯ್ಕೆಯು ಪ್ರಸರಣ ದೂರದ ಮೇಲೆ ಅನಿಶ್ಚಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ದೂರದ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಎಲಿವೇಶನ್, ಅಥವಾ ಸ್ಟೆಪಿಂಗ್ ಅಪ್, ಪವರ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್ಮಿಷನ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ 12R ನಷ್ಟವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವ ಉದ್ದೇಶವನ್ನು ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ. ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಮೂಲಕ, ನಿರಂತರ ವಿದ್ಯುತ್ ವರ್ಗಾವಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಪ್ರಸ್ತುತ ಪ್ರಮಾಣಾನುಗುಣವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ 12R ನಷ್ಟಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಹಂತವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಪ್ರಸರಣ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

सुरुवातीच्या जनरेशननंतर, व्होल्टेज ट्रांसफॉर्मेशन म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या प्रक्रियेद्वारे व्होल्टेज वाढवले जाते, सामान्यतः 132 kV, 220 kV, 400 kV किंवा अगदी 765 kV ची पातळी गाठली जाते, ज्या अंतरावर वीज प्रसारित करणे आवश्यक आहे. ट्रांसमिशनसाठी व्होल्टेज पातळीची निवड ट्रांसमिशन अंतरावर अवलंबून असते. लांब-अंतराच्या परिस्थितींमध्ये, उच्च व्होल्टेज पातळी वापरल्या जातात.

हे व्होल्टेज एलिव्हेशन, किंवा स्टेपिंग, पॉवर ट्रांसमिशन दरम्यान 12R नुकसान कमी करण्याच्या उद्देशाने काम करते. व्होल्टेज वाढवून, सतत पॉवर ट्रांसफर राखण्यासाठी वर्तमान प्रमाणानुसार कमी केले जाते, परिणामी 12R नुकसान कमी होते. या टप्प्याला सामान्यतः प्राथमिक प्रेषण म्हणतात.

- The voltage is stepped down at a receiving station to 33kV or 66kV. **Secondary transmission** lines emerge from this receiving station to connect substations located near load centers (cities etc.).

- ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ 33kV ಅಥವಾ 66kV ಗೆ ಇಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಲೋಡ್ ಕೇಂದ್ರಗಳ (ನಗರಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ) ಬಳಿ ಇರುವ ಉಪಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು ಈ ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ನಿಲ್ದಾಣದಿಂದ ದ್ವಿತೀಯ ಪ್ರಸರಣ ಮಾರ್ಗಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ.
- ಕ್ಲೋಲೆಜ್ ಮ್ಹಣಜೆ ರಿಸಿಕ್ವಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಷನವರ 33kV ಕಿವಾ 66kV ಪರ್ಯಂತ ಸ್ಟೆಪ್ ಡೌನ್ ಕರಣೆ. ಲೊಡ್ ಕೆಂಟ್ರಾಂಜವ್ಹ (ಶಹರ ಇ.) ಸ್ಥಿತ ಸಬಸ್ಟೇಷನ್ಸ್ ಜೊಡ್ಪ್ಯಾಸಾಠಿ ಯಾ ರಿಸಿಕ್ವಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಷನ್ಮಥೂನ್ ದ್ರುಯಮ ಪಾರೆಷಣ ಲಾಙ್ಢನ ನಿಘತಾತ.
- The voltage is subsequently reduced or stepped down to 11 kV at a substation. At this point, significant industrial consumers can receive their power supply directly at this voltage level. Additionally, distribution feeders emanate from these substations, marking this stage as primary distribution.
- ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ತರುವಾಯ ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಸಬ್‌ಸ್ಟೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ 11 kV ಗೆ ಇಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ, ಗಮನಾರ್ಹ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಗ್ರಾಹಕರು ಈ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾಗಿ, ವಿತರಣಾ ಫೀಡರ್‌ಗಳು ಈ ಉಪಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ, ಈ ಹಂತವನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವಿತರಣೆ ಎಂದು ಗುರುತಿಸುತ್ತದೆ.
- ಸಬಸ್ಟೇಷನ್‌ನಂತರ ಕ್ಲೋಲೆಜ್ ಕಮಿ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ ಕಿವಾ 11 kV ಪರ್ಯಂತ ಖಾಲಿ ಆಣಲೆ ಜಾತೆ. ಯಾ ಟಪ್ಪಾವರ, ಲಕ್ಷಣೀಯ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಗ್ರಾಹಕ ಯಾ ಕ್ಲೋಲೆಜ್ ಸ್ತರಾವರ ಲ್ಯಾಂಚಾ ವೀಜ ಪುರವಠಾ ಥೆಟ್ ಪ್ರಾಪ್ತ ಕರು ಶಕತಾತ. ಯಾವ್ಯತಿರಿಕ್ತ, ವಿತರಣ ಫೀಡರ್ ಯಾ ಸಬಸ್ಟೇಷನ್ಮಥೂನ್ ಬಾಹೆರ ಪಡತಾತ, ಯಾ ಟಪ್ಪಾಲಾ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವಿತರಣ ಮ್ಹಣೂನ್ ಚಿನ್ಹಾಂಕಿತ ಕರತೆ.
- Feeders encompass both overhead lines and underground cables, serving as conduits to transport power in proximity to the load points, typically spanning distances of up to a few kilometers, where it is ultimately delivered to end consumers.
- ಫೀಡರ್‌ಗಳು ಓವರ್‌ಹೆಡ್ ಲೈನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಭೂಗತ ಕೇಬಲ್‌ಗಳೆರಡನ್ನೂ ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಲೋಡ್ ಪಾಯಿಂಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ಸಾಗಿಸಲು ವಾಹಕಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಲವು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತವೆ, ಅಲ್ಲಿ ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಅಂತಿಮ ಗ್ರಾಹಕರಿಗೆ ತಲುಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.
- ಫೀಡರ್‌ಮಧ್ಯೆ ಒವರ್‌ಹೆಡ್ ಲೈನ್ಸ್ ಆಣಿ ಅಂಡರ್‌ಗ್ರಾಂಡ್ ಕೆಬಲ್ಸ್ ದೋನ್ಹಿ ಸಮಾವಿಷ್ಟ ಅಸತಾತ, ಲೊಡ್ ಪಾಯಿಂಟ್‌ಸಚ್ಯಾ ಜವ್ಹ ವೀಜ ವಾಹೂನ್ ನೆಪ್ಯಾಸಾಠಿ ಕಂಟ್ರೂಟ್ ಮ್ಹಣೂನ್ ಕಾಮ ಕರತಾತ, ಸಾಮಾನ್ಯತ: ಕಾಹಿ ಕಿಲೊಮೀಟರ್‌ಪರ್ಯಂತವೆ ಅಂತರ ಅಸತೆ, ಜಿಠೆ ತೆ ಶೆವಟಿ ಗ್ರಾಹಕಾಂಚಾ ವಿತರಿತ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ.
- Ultimately, the voltage is further reduced or stepped down to the standard 415/440 volts using pole-mounted distribution transformers. From here, it is distributed to local distributors for final delivery.
- ಅಂತಿಮವಾಗಿ, ಪೋಲ್-ಮೌಂಟೆಡ್ ವಿತರಣಾ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವೋಲ್ಟೇಜ್

ಅನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಪ್ರಮಾಣಿತ 415/440 ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಇಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲದ, ಅಂತಿಮ ವಿತರಣೆಗಾಗಿ ಸ್ಥಳೀಯ ವಿತರಕರಿಗೆ ವಿತರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

- ಶೇವಟಿ, ಪೋಲ-ಮಾಂಟ ಕೆಲೆಲೆ ವಿತರಣ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್ ವಾಪರ್ನು ಕ್ಲೋಟೆಜ ಆಣಖಿ ಕಮಿ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ ಕಿಂವಾ ಮಾನಕ 415/440 ಕ್ಲೋಲ್ಟಪರ್ಯತ ಖಾಲಿ ಆಣಲೆ ಜಾತೆ. ಯೆಥುನ, ಅಂತಿಮ ವಿತರಣಾಸಾಠಿ ತೆ ಸ್ಥಾನಿಕ ವಿತರಕಾಂನಾ ವಿತರಿತ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ.

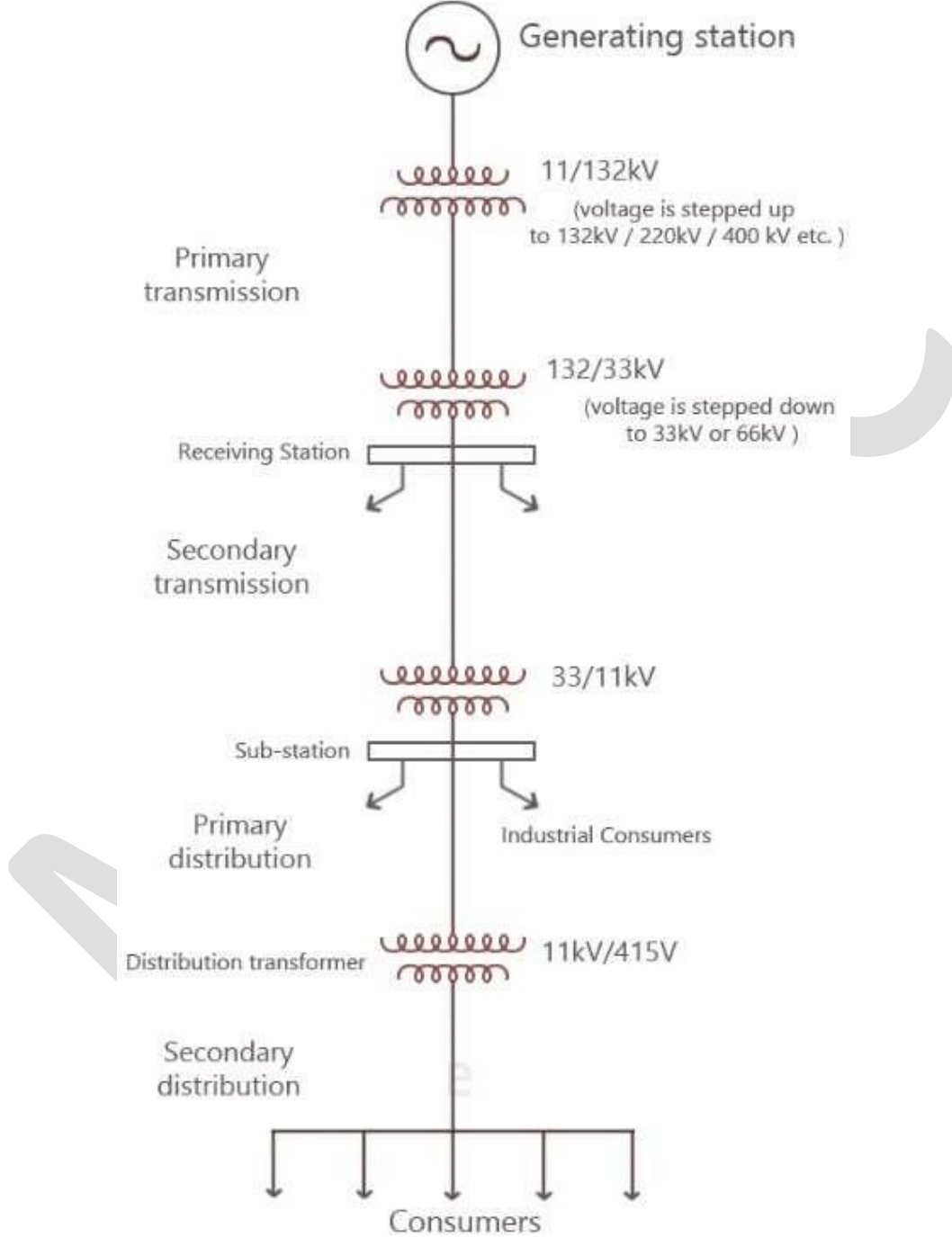


Figure 1.1: Single Line diagram of Electrical Power System

End consumers receive their power supply through service mains lines that originate from local distributors. The secondary distribution system is comprised of these service mains, along with feeders and distributors, collectively ensuring the efficient delivery of electricity to end users.

ಅಂತಿಮ ಗ್ರಾಹಕರು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ಸ್ಥಳೀಯ ವಿತರಕರಿಂದ ಹುಟ್ಟುವ ಸೇವಾ ಮುಖ್ಯ ಮಾರ್ಗಗಳ ಮೂಲಕ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. ದ್ವಿತೀಯ ವಿತರಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಫೀಡರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ವಿತರಕರೊಂದಿಗೆ ಈ ಸೇವಾ ಮುಖ್ಯಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ, ಒಟ್ಟಾರೆಯಾಗಿ ಅಂತಿಮ ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಸಮರ್ಥ ವಿತರಣೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂತಿಮ ಗ್ರಾಹಕರಾ ತ್ಯಾಂಚಾ ವೀಜಪುರವಠಾ ಸ್ಥಾನಿಕ ವಿತರಕಾಂಕಡ್ಡುನ ಉಗಮ ಪಾವಣಾನ್ಯಾ ಸರ್ವಿಸ ಮೆನ್ ಲಾಐನ್‌ದ್ವಾರೆ ಮಿಠತೊ. ದ್ರುಯಮ ವಿತರಣ ಪ್ರಣಾಲೀಮಧ್ಯೆ ಫೀಡರ್ ಆಫಿಣಿ ವಿತರಕಾಂಸಹ ಯಾ ಸೆವಾ ಮುಖ್ಯಾಂಚಾ ಸಮಾವೇಶ ಆಹೆ, ಜೆ ಏಕತ್ರೀತಪಣೆ ಅಂತಿಮ ವಾಪರಕರ್ಯಾನ್ಯಾ ವಿಜೆಚೆ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮ ವಿತರಣ ಸುನಿಶ್ಚಿತ ಕರತೆ.

1.2 Power Generation

1.2.1 Hydel Power Generation

A hydroelectric power plant consists of various structures and electromechanical machinery designed to convert the potential energy stored in water into electrical power. Importantly, it can operate continuously. The amount of electrical energy it produces directly correlates with both the flow rate of water and the height difference in elevation. Figure 1.2 below shows the detailed layout of a hydel power plant.

ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ

ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರವು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುವ ಸಂಭಾವ್ಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾದ ವಿವಿಧ ರಚನೆಗಳು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೆಕಾನಿಕಲ್ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಇದು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲದು. ಅದು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ನೀರಿನ ಹರಿವಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿನ ಎತ್ತರ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎರಡಕ್ಕೂ ನೇರವಾಗಿ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿದೆ. ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರ 1.2 ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದ ವಿವರವಾದ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಲವಿದ್ಯುತ ನಿರ್ಮಿತಿ

ಜಲವಿದ್ಯುತ ಪ್ರಕಲ್ಪಾಮಧ್ಯೆ ಪಾಢ್ಯಾಮಧ್ಯೆ ಸಾಠವಲೆಲ್ಯಾ ಸಂಭಾವ್ಯ ಁರ್ಜೆಚೆ ವಿದ್ಯುತ ಁರ್ಜೆಮಧ್ಯೆ ರೂಪಾಂತರ ಕರಣ್ಯಾಸಾಠಿ ಡಿಝಾಐನ್ ಕೆಲೆಲಿ ವಿವಿಧ ಸಂರಚನಾ ಆಫಿಣಿ ಐಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೆಕೆನಿಕಲ ಯಂತ್ರೇ ಅಸತಾತ. ಮಹತ್ವಾಚೆ ಮ್ಹಣಜೆ ತೆ ಸತತ ಕಾಮ ಕರು ಶಕತೆ. ತ್ಯಾತೂನ್ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೊಣಾನ್ಯಾ ವಿದ್ಯುತ ಁರ್ಜೆಚೆ ಪ್ರಮಾಣ ಪಾಢ್ಯಾಚಾ ಪ್ರವಾಹ ದರ ಆಫಿಣಿ ಁಂಚಿಮಧಿಲ ಫರಕ ಯಾ ದೋನ್ಹಿಶಿ ಥೆಠ ಸಂಬಂಧ ಆಹೆ. ಖಾಲಿಲ ಆಕೃತಿ 1.2 ಹಾಯಡಲ ಪಾವರ ಪ್ಲಾಂಟಾ ತಪಶಿಲವಾರ ಲೆಆಁಠ ದರ್ಶವತೆ.

Parts of a hydroelectric power plant

- 1. Dam or Reservoir:** This structure stores river water, creating a reservoir behind it. It establishes an elevation difference, which is essential for energy production. Dams can be constructed from earth or concrete, with concrete being the more commonly used material.
- 2. Spillways:** These mechanisms release a portion of the impounded water without routing it through the turbines. The released water can be utilized for irrigation purposes. Spillways are typically

situated on the main dam wall, either at its top or bottom. Most of the discharged water is directed into a plunge pool at the base of the dam to prevent erosion.

3. **Water Inlets:** Water inlets facilitate the entry of impounded water into the turbines via a penstock, a large conduit. These inlets are equipped with gates to regulate the flow of water to the turbines and grids to screen out debris like logs and branches.
4. **Powerhouse:** The powerhouse serves as the central facility for hydroelectric generation. Inside, it accommodates hydraulic and electrical equipment such as turbines, generators, transformers, as well as control and testing rooms. Inlet and outlet gates in the powerhouse ensure that the equipment area can remain dry during maintenance or equipment disassembly.
5. **Turbines:** Turbines are pivotal components that capture the kinetic energy of flowing water, causing them to rotate around a central shaft. Hydroelectric power plants typically employ three primary turbine types: Pelton, Francis, and Kaplan turbines, with each type designed to suit specific water flow conditions.
6. **Transformers:** Transformers are electrical devices used to modulate voltage in an alternating current circuit, while preserving the electric power. They play a crucial role in adjusting voltage levels for efficient long-distance transmission.
7. **Electrical Power Transmission Lines:** These are the cables employed to transmit the generated electricity. These transmission lines ensure efficient and reliable delivery of electricity to homes, businesses, and industries.

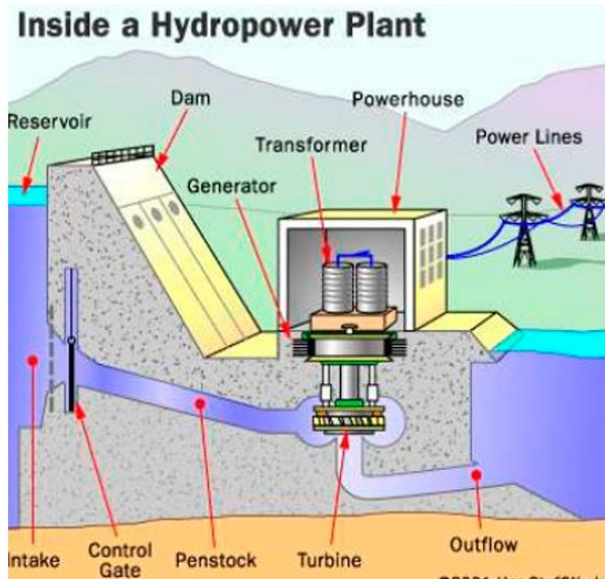


Figure 1.2: Layout of a Hydel Power Plant

ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದ ಭಾಗಗಳು

1. **ಅಣೆಕಟ್ಟು ಅಥವಾ ಜಲಾಶಯ:** ಈ ರಚನೆಯು ನದಿ ನೀರನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ, ಅದರ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ಜಲಾಶಯವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಎತ್ತರದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿದೆ. ಅಣೆಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಭೂಮಿ ಅಥವಾ ಕಾಂಕ್ರೀಟ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು, ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ಅನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸುವ ವಸ್ತುವಾಗಿದೆ.
2. **ಸ್ಪಿಲ್‌ವೇಗಳು:** ಈ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನಗಳು ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ರೂಟ್ ಮಾಡದೆಯೇ ಬಂಧಿತ ನೀರಿನ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ನೀರನ್ನು ನೀರಾವರಿ ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಸ್ಪಿಲ್ವೇಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮುಖ್ಯ ಅಣೆಕಟ್ಟಿನ ಗೋಡೆಯ

ಮೇಲೆ, ಅದರ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿವೆ. ಸವೆತವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ನೀರನ್ನು ಅಣೆಕಟ್ಟಿನ ತಳದಲ್ಲಿ ಧುಮುಕುವ ಕೊಳಕ್ಕೆ ನಿರ್ದೇಶಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

3. **ನೀರಿನ ಒಳಹರಿವು:** ನೀರಿನ ಒಳಹರಿವು ಪೆನ್‌ಸ್ಟಾಕ್, ದೊಡ್ಡ ವಾಹಕದ ಮೂಲಕ ಟೆರ್ಟೊರ್ನಗಳೊಳಗೆ ಬಂಧಿಸಿದ ನೀರನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಒಳಹರಿವುಗಳು ಟೆರ್ಟೊರ್ನಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ರಿಡ್‌ಗಳಿಗೆ ನೀರಿನ ಹರಿವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಲಾಗ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಶಾಖೆಗಳಂತಹ ಶಿಲಾಖಂಡರಾಶಿಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲು ಗೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ.
4. **ಪವರ್‌ಹೌಸ್:** ಪವರ್‌ಹೌಸ್ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕೇಂದ್ರ ಸೌಲಭ್ಯವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಒಳಗೆ, ಇದು ಟೆರ್ಟೊರ್ನಗಳು, ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು, ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳು, ಹಾಗೆಯೇ ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ಪರಿಕ್ಷಾ ಕೊಠಡಿಗಳಂತಹ ಹೈಡ್ರಾಲಿಕ್ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಪವರ್‌ಹೌಸ್‌ನಲ್ಲಿನ ಒಳಹರಿವು ಮತ್ತು ಔಟ್‌ಲೇಟ್ ಗೇಟ್‌ಗಳು ನಿರ್ವಹಣೆ ಅಥವಾ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಡಿಸ್‌ಅಸೆಂಬಲ್ ಮಾಡುವಾಗ ಉಪಕರಣದ ಪ್ರದೇಶವು ಶುಷ್ಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ.
5. **ಟೆರ್ಟೊರ್ನಗಳು:** ಟೆರ್ಟೊರ್ನಗಳು ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶಗಳಾಗಿವೆ, ಇದು ಕೇಂದ್ರ ಶಾಫ್ಟ್ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ವಾವರಗಳು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ ಮೂರು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಟೆರ್ಟೊರ್ನ ವಿಧಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ: ಪೆಲ್ಟನ್, ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್, ಮತ್ತು ಕಪ್ಲನ್ ಟೆರ್ಟೊರ್ನಗಳು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಧವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನೀರಿನ ಹರಿವಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ಸರಿಹೊಂದುವಂತೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ.
6. **ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳು:** ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುವಾಗ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಧನಗಳಾಗಿವೆ. ಸಮರ್ಥ ದೂರದ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕಾಗಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸರಿಹೊಂದಿಸುವಲ್ಲಿ ಅವರು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತಾರೆ.
7. **ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಪವರ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಮಿಷನ್ ಲೈನ್‌ಗಳು:** ಇವುಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸಲು ಬಳಸುವ ಕೇಬಲ್‌ಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಪ್ರಸಾರಣ ಮಾರ್ಗಗಳು ಮನೆಗಳು, ವ್ಯವಹಾರಗಳು ಮತ್ತು ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ದಕ್ಷ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿತರಣೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತವೆ.

ಜಲವಿದ್ಯುತ ಪ್ರಕಲ್ಪಾಚೆ ಭಾಗ

1. **ಧರಣ ಕಿವಾ ಜಲಾಶಯ:** ಹೀ ರಚನಾ ನದೀಚೆ ಪಾಣಿ ಸಾಠವತೆ ಆಗಿ ತ್ಯಾಚ್ಯಾ ಮಾಗೆ ಏಕ ಜಲಾಶಯ ತಯಾರ ಕರತೆ. ಹೆ ಊರ್ಜೆಚ್ಯಾ ಉತ್ಪಾದನಾಸಾಠಿ ಆವಶ್ಯಕ ಅಸಣಾರಾ, ತುಂಚಿಚಾ ಫರಕ ಸ್ಥಾಪಿತ ಕರತೆ. ಧರಣೆ ಪೃಥ್ವಿ ಕಿವಾ ಕಾಕ್ರಿಟ್‌ಪಾಸುನ್ ಬಾಂಧಲಿ ಜಾಠು ಶಕತಾತ, ಜ್ಯಾಮಥೆ ಕಾಕ್ರಿಟ್ ಹಿ ಸಾಮಾನ್ಯತ: ವಾಪರಲಿ ಜಾಣಾರಿ ಸಾಮಗ್ರಿ ಆಹೆ.
2. **ಸ್ಪಿಲವೆ:** ಹಿ ಯಂತ್ರಣಾ ಜಪ್ತ ಕೆಲೆಲ್ಯಾ ಪಾಣ್ಯಾಚಾ ಕಾಹಿ ಭಾಗ ಟರ್ಬಿನ್‌ಮಥುನ್ ನ ಸೊಡತಾ ಸೊಡತಾತ. ಸೊಡಲೆಲೆ ಪಾಣಿ ಸಿಂಚನಾಸಾಠಿ ವಾಪರತಾ ಯೆತೆ. ಸ್ಪಿಲವೆ ಸಾಮಾನ್ಯತ: ಮುಖ್ಯ ಧರಣಾಚ್ಯಾ ಭಿಂತಿವರ, ತ್ಯಾಚ್ಯಾ ವರಚ್ಯಾ ಬಾಜೂಲಾ ಕಿವಾ ತळाशी असतात. धूप रोखण्यासाठी बहुतेक सोडलेले पाणी धरणाच्या पायथ्याशी असलेल्या प्लंज पूलमध्ये निर्देशित केले जाते.
3. **वॉटर इनलेट्स:** वॉटर इनलेट्स पेनस्टॉक, मोठ्या नाल्याद्वारे टर्बिन्‌मध्ये जप्ट केलेले पाणी प्रवेश करण्यास सुलभ करतात. हे इनलेट्स टर्बिन् आणि ग्रिड्समध्ये पाण्याचा प्रवाह नियंत्रित करण्यासाठी गेट्ससह सुसज्ज आहेत आणि लॉग आणि फांद्यांसारखे ढिगारा बाहेर पडू शकतात.
4. **पाँवरहाऊस:** पाँवरहाऊस जलविद्युत निर्मितीसाठी केंद्रिय सुविधा म्हणून काम करते. आतमध्ये, हे

हायड्रॉलिक आणि इलेक्ट्रिकल उपकरणे जसे की टर्बाइन, जनरेटर, ट्रान्सफॉर्मर, तसेच नियंत्रण आणि चाचणी कक्ष सामावून घेतात. पॉवरहाऊसमधील इनलेट आणि आउटलेट गेट्स हे सुनिश्चित करतात की देखभाल किंवा उपकरणे वेगळे करताना उपकरण क्षेत्र कोरडे राहू शकते.

5. **टर्बाइन्स:** टर्बाइन हे महत्वाचे घटक आहेत जे वाहत्या पाण्याची गतीज ऊर्जा पकडतात, ज्यामुळे ते मध्यवर्ती शाफ्टभोवती फिरतात. हायड्रोइलेक्ट्रिक पॉवर प्लांट्स सामान्यतः तीन प्राथमिक टर्बाइन प्रकार वापरतात: पेल्टन, फ्रान्सिस आणि कॅप्लान टर्बाइन, प्रत्येक प्रकार विशिष्ट पाण्याच्या प्रवाहाच्या परिस्थितीनुसार डिझाइन केलेले असतात.
6. **ट्रान्सफॉर्मर:** ट्रान्सफॉर्मर ही विद्युत उपकरणे आहेत जी विद्युत उर्जा टिकवून ठेवत, पर्यायी विद्युत् सर्किटमध्ये व्होल्टेज सुधारण्यासाठी वापरली जातात. कार्यक्षम लांब-अंतर प्रसारणासाठी व्होल्टेज पातळी समायोजित करण्यात ते महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.
7. **इलेक्ट्रिकल पॉवर ट्रान्समिशन लाइन्स:** या केबल्स व्युत्पन्न वीज प्रसारित करण्यासाठी वापरल्या जातात. या ट्रान्समिशन लाइन्स घरे, व्यवसाय आणि उद्योगांना वीजेचे कार्यक्षम आणि विश्वासार्ह वितरण सुनिश्चित करतात.

Types of hydroelectric power plants

1. **Run-of-the-River Power Plants:** These hydroelectric facilities draw water directly from the river, depending on the available flow, which is influenced by environmental conditions. The drop in elevation is relatively small, and these power plants rely on a consistent water flow.
2. **Reservoir-Based Hydroelectric Power Plants:** These hydroelectric power plants utilize an upstream reservoir created by a dam. The reservoir acts as a regulator, allowing for a continuous flow of water through the turbines, generating electrical energy year-round. This type of plant maximizes energy utilization and typically offers cost-effective kilowatt-hour production.
3. **Pumped-Storage Hydroelectric Power Plants:** These hydroelectric facilities feature two reservoirs located at different elevations. They are operated strategically, primarily during periods of high electrical demand. During peak demand times, water from the upper reservoir is released through turbines, generating electricity and flowing into the lower reservoir. During off-peak hours, excess electricity is used to pump water back from the lower reservoir to the upper one, effectively storing energy for later use. This setup allows for efficient energy management and helps balance the grid's supply and demand.

ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳ ವಿಧಗಳು

1. **ರನ್-ಆಫ್-ದಿ-ರಿವರ್ ಪವರ್ ಪ್ಲಾಂಟ್‌ಗಳು:** ಈ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ಲಭ್ಯವಿರುವ ಹರಿವಿನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನದಿಯಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ನೀರನ್ನು ಸೆಳೆಯುತ್ತವೆ, ಇದು ಪರಿಸರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿನ ಕುಸಿತವು ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಈ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು ಸ್ಥಿರವಾದ ನೀರಿನ ಹರಿವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ.
2. **ಜಲಾಶಯ-ಆಧಾರಿತ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು:** ಈ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು ಅಣೆಕಟ್ಟಿನಿಂದ ರಚಿಸಲಾದ ಅಪ್‌ಸ್ಟ್ರೀಮ್ ಜಲಾಶಯವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಜಲಾಶಯವು ನಿಯಂತ್ರಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ನಿರಂತರ ನೀರಿನ ಹರಿವಿಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ, ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಸಸ್ಯವು ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಗರಿಷ್ಠಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವೆಚ್ಚ-ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಕಿಲೋವ್ಯಾಟ್-ಗಂಟೆ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

3. **ಪಂಪ್-ಸ್ಟೋರೇಜ್ ಹೈಡ್ರೋಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಪವರ್ ಪ್ಲಾಂಟ್‌ಗಳು:** ಈ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ವಿಭಿನ್ನ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿರುವ ಎರಡು ಜಲಾಶಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯತಂತ್ರವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಗರಿಷ್ಠ ಬೇಡಿಕೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಮೇಲಿನ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ನೀರನ್ನು ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕೆಳಗಿನ ಜಲಾಶಯಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಆಫ್-ಪೀಕ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚುವರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ಮೇಲ್ಮಗಕ್ಕೆ ನೀರನ್ನು ಪಂಪ್ ಮಾಡಲು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ನಂತರದ ಬಳಕೆಗೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸೆಟಪ್ ಸಮರ್ಥ ಶಕ್ತಿ ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಗ್ರಿಡ್‌ನ ಪೂರೈಕೆ ಮತ್ತು ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಸಮತೋಲನಗೊಳಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಜಲವಿದ್ಯುತ ಪ್ರಕಲ್ಪಾंचे प्रकार

1. **रन-ऑफ-द-रिव्हर पॉवर प्लांट्स:** या जलविद्युत सुविधा उपलब्ध प्रवाहावर अवलंबून थेट नदीतून पाणी काढतात, ज्याचा पर्यावरणीय परिस्थितीवर परिणाम होतो. उंचीमधील घसरण तुलनेने कमी आहे, आणि हे ऊर्जा संयंत्र सतत पाण्याच्या प्रवाहावर अवलंबून असतात.
2. **जलाशय-आधारित जलविद्युत प्रकल्प:** हे जलविद्युत प्रकल्प धरणाद्वारे तयार केलेल्या अपस्ट्रीम जलाशयाचा वापर करतात. जलाशय नियामक म्हणून काम करतो, ज्यामुळे टर्बाइनमधून सतत पाण्याचा प्रवाह चालू राहतो, वर्षभर विद्युत ऊर्जा निर्माण होते. या प्रकारची वनस्पती ऊर्जेचा जास्तीत जास्त वापर करते आणि सामान्यतः किफायतशीर किलोवॉट-तास उत्पादन देते.
3. **पंप-स्टोरेज हायड्रोइलेक्ट्रिक पॉवर प्लांट्स:** या जलविद्युत सुविधांमध्ये वेगवेगळ्या उंचीवर दोन जलाशय आहेत. ते प्रामुख्याने उच्च विद्युत मागणीच्या काळात, धोरणात्मकपणे चालवले जातात. सर्वाधिक मागणीच्या काळात, वरच्या जलाशयातील पाणी टर्बाइनद्वारे सोडले जाते, वीज निर्माण करते आणि खालच्या जलाशयात वाहते. ऑफ-पीक अवर्समध्ये, खालच्या जलाशयातून वरच्या जलाशयात पाणी परत पंप करण्यासाठी अतिरिक्त वीज वापरली जाते, नंतरच्या वापरासाठी ऊर्जा प्रभावीपणे साठवली जाते. हे सेटअप कार्यक्षम ऊर्जा व्यवस्थापनास अनुमती देते आणि ग्रीडचा पुरवठा आणि मागणी संतुलित करण्यास मदत करते.

Operation of hydro-electric power plant:

In a hydroelectric power plant, water is released from a reservoir and directed through penstocks towards a hydraulic turbine. As the water flows through these channels, its potential energy, known as water head, is transformed into kinetic energy. This high-velocity stream of water then impacts the vanes of the hydraulic turbine, where its kinetic energy is converted into mechanical energy.

Connected to the hydraulic turbine is a generator, responsible for converting the mechanical energy obtained from the turbine into electrical energy. The speed at which both the turbine and generator operate depends on factors such as the water head, specific speed of the equipment, and the required power output.

To control the amount of electrical power generated, a governing mechanism is integrated with the hydraulic turbine. This mechanism adjusts the flow of water supplied to the turbine in response to the electrical load on the system, thereby regulating the power output to meet demand.

like dams and reservoirs.

- 3. Environmental Impact:** A thorough environmental impact assessment is crucial. The chosen site should have minimal negative effects on local ecosystems, wildlife, and aquatic habitats. Preservation of biodiversity and adherence to environmental regulations is essential.
- 4. Geological Stability:** The geological stability of the site is vital. The area should be free from geological hazards like landslides, earthquakes, or fault lines that could jeopardize the safety and integrity of the dam and other structures.
- 5. Proximity to Grid Infrastructure:** The site should be relatively close to existing electrical grid infrastructure. This minimizes transmission losses and reduces the cost of connecting the power plant to the grid.
- 6. Accessibility:** Accessibility for construction and maintenance is important. Remote or difficult-to-reach locations can significantly increase operational costs.
- 7. Weather and Climate:** Weather patterns, including rainfall and snowfall, should be taken into account as they can impact water availability and seasonal variations in energy production.
- 8. Land Use and Ownership:** Legal and land-use considerations are essential. The land required for the power plant and reservoir should be available for purchase or lease, and all necessary permits and approvals must be obtained.
- 9. Social and Community Considerations:** Consultation with local communities and stakeholders is crucial. A power plant can have a significant impact on local communities, so their input and concerns should be taken into account.
- 10. Economic Viability:** The overall cost of constructing and operating the hydroelectric power plant should be economically feasible and competitive with other energy sources.
- 11. Water Quality:** Consideration of water quality and potential contamination sources upstream of the plant is important to ensure the long-term health of the ecosystem and the plant's equipment.
- 12. Regulatory and Legal Framework:** Understanding and complying with local, state, and national regulations and permitting requirements is essential for a successful project.

In summary, the site selection process for a hydroelectric power plant involves a thorough evaluation of technical, environmental, economic, and social factors to ensure that the chosen location is both suitable and sustainable for long-term energy production.

ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕೆ ಸೈಟ್ ಆಯ್ಕೆ

ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕಾಗಿ ಸೈಟ್ ಆಯ್ಕೆಯು ಸ್ಥಾವರದ ದಕ್ಷತೆ, ಪರಿಸರದ ಪ್ರಭಾವ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಹಂತವಾಗಿದೆ. ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡುವಾಗ ಹಲವಾರು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು:

- 1. ನೀರಿನ ಮೂಲ ಲಭ್ಯತೆ:** ಸ್ಥಿರವಾದ ಹರಿವಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಹೊಂದಿರುವ ನದಿಯಂತಹ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರವಾದ ನೀರಿನ ಮೂಲದ ಲಭ್ಯತೆ ಅತ್ಯಂತ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಅಂಶವಾಗಿದೆ. ನಿರಂತರ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ವರ್ಷವಿಡೀ ನೀರಿನ ಹರಿವು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.
- 2. ಸ್ಥಳಾಕೃತಿ ಮತ್ತು ಎತ್ತರ:** ಪ್ರದೇಶದ ಸ್ಥಳಾಕೃತಿಯು ನೀರಿನ ಮೂಲ ಮತ್ತು ಟರ್ಬೈನ್ ಸ್ಥಳದ ನಡುವೆ ಗಮನಾರ್ಹ ಎತ್ತರದ ಕುಸಿತ ಅಥವಾ ತಲೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರದ ಕುಸಿತವು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಅಣೆಕಟ್ಟುಗಳು ಮತ್ತು ಜಲಾಶಯಗಳಂತಹ

ಅಗತ್ಯ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಭೂಪ್ರದೇಶವು ಸೂಕ್ತವಾಗಿರಬೇಕು.

3. ಪರಿಸರದ ಪ್ರಭಾವ: ಸಂಪೂರ್ಣ ಪರಿಸರ ಪ್ರಭಾವದ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನವು ನಿರ್ಣಾಯಕವಾಗಿದೆ. ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿದ ಸೈಟ್ ಸ್ಥಳೀಯ ಪರಿಸರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು, ವನ್ಯಜೀವಿಗಳು ಮತ್ತು ಜಲವಾಸಿ ಆವಾಸಸ್ಥಾನಗಳ ಮೇಲೆ ಕನಿಷ್ಠ ಋಣಾತ್ಮಕ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು. ಜೀವವೈವಿಧ್ಯದ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ನಿಯಮಗಳ ಅನುಸರಣೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

4. ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸ್ಥಿರತೆ: ಸೈಟ್ ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸ್ಥಿರತೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಈ ಪ್ರದೇಶವು ಭೂಕುಸಿತಗಳು, ಭೂಕಂಪಗಳು ಅಥವಾ ಅಣಕಟ್ಟು ಮತ್ತು ಇತರ ರಚನೆಗಳ ಸುರಕ್ಷತೆ ಮತ್ತು ಸಮಗ್ರತೆಗೆ ಅಪಾಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ದೋಷದ ರೇಖೆಗಳಂತಹ ಭೌಗೋಳಿಕ ಅಪಾಯಗಳಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರಬೇಕು.

5. ಗ್ರಿಡ್ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯಕ್ಕೆ ಸಾಮೀಪ್ಯ: ಸೈಟ್ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಗ್ರಿಡ್ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯಕ್ಕೆ ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಇದು ಪ್ರಸರಣ ನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರವನ್ನು ಗ್ರಿಡ್‌ಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸುವ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

6. ಪ್ರವೇಶಸಾಧ್ಯತೆ: ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವಿಕೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ. ದೂರಸ್ಥ ಅಥವಾ ತಲುಪಲು ಕಷ್ಟಕರವಾದ ಸ್ಥಳಗಳು ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು.

7. ಹವಾಮಾನ ಮತ್ತು ಹವಾಮಾನ: ಮಳೆ ಮತ್ತು ಹಿಮಪಾತ ಸೇರಿದಂತೆ ಹವಾಮಾನ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಏಕೆಂದರೆ ಅವು ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಋತುಮಾನದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಹುದು.

8. ಭೂಮಿ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ಮಾಲೀಕತ್ವ: ಕಾನೂನು ಮತ್ತು ಭೂ-ಬಳಕೆಯ ಪರಿಗಣನೆಗಳು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರ ಮತ್ತು ಜಲಾಶಯಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಭೂಮಿ ಖರೀದಿ ಅಥವಾ ಗುತ್ತಿಗೆಗೆ ಲಭ್ಯವಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ಅಗತ್ಯ ಪರವಾನಗಿಗಳು ಮತ್ತು ಅನುಮೋದನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕು.

9. ಸಾಮಾಜಿಕ ಮತ್ತು ಸಮುದಾಯದ ಪರಿಗಣನೆಗಳು: ಸ್ಥಳೀಯ ಸಮುದಾಯಗಳು ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಸ್ಥಗಾರರೊಂದಿಗೆ ಸಮಾಲೋಚನೆಯು ನಿರ್ಣಾಯಕವಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರವು ಸ್ಥಳೀಯ ಸಮುದಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ಗಮನಾರ್ಹ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಹುದು, ಆದ್ದರಿಂದ ಅವರ ಇನ್ಪುಟ್ ಮತ್ತು ಕಾಳಜಿಗಳನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

10. ಆರ್ಥಿಕ ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯತೆ: ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಒಟ್ಟಾರೆ ವೆಚ್ಚವು ಆರ್ಥಿಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಇತರ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳೊಂದಿಗೆ ಸ್ಪರ್ಧಾತ್ಮಕವಾಗಿರಬೇಕು.

11. ನೀರಿನ ಗುಣಮಟ್ಟ: ಪರಿಸರ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯದ ಉಪಕರಣಗಳ ದೀರ್ಘಾವಧಿಯ ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನೀರಿನ ಗುಣಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯದ ಮೇಲ್ಮೈದ ಸಂಭಾವ್ಯ ಮಾಲಿನ್ಯದ ಮೂಲಗಳ ಪರಿಗಣನೆಯು ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ.

12. ನಿಯಂತ್ರಕ ಮತ್ತು ಕಾನೂನು ಚೌಕಟ್ಟು: ಯಶಸ್ವಿ ಯೋಜನೆಗೆ ಸ್ಥಳೀಯ, ರಾಜ್ಯ ಮತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ನಿಯಮಗಳು ಮತ್ತು ಅನುಮತಿ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಮತ್ತು ಅನುಸರಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

ಸಾರಾಂಶದಲ್ಲಿ, ಜಲವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕಾಗಿ ಸೈಟ್ ಆಯ್ಕೆ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ತಾಂತ್ರಿಕ, ಪರಿಸರ, ಆರ್ಥಿಕ ಮತ್ತು ಸಾಮಾಜಿಕ ಅಂಶಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು

ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿದ ಸ್ಥಳವು ದೀರ್ಘಾವಧಿಯ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಸಮರ್ಥನೀಯವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಜಲವಿದ್ಯುತ ಪ್ರಕಲ್ಪಾसाठी साइट निवड

हायड्रोइलेक्ट्रिक पॉवर प्लांटसाठी साइटची निवड ही प्लांटची कार्यक्षमता, पर्यावरणीय प्रभाव आणि दीर्घकालीन व्यवहार्यता सुनिश्चित करण्यासाठी एक महत्त्वपूर्ण पाऊल आहे. जलविद्युत प्रकल्पासाठी आदर्श स्थान निवडताना अनेक घटकांचा विचार केला पाहिजे:

- 1. जलस्रोत उपलब्धता:** सर्वात महत्त्वाचा घटक म्हणजे विश्वसनीय आणि सातत्यपूर्ण जलस्रोतांची उपलब्धता, जसे की सातत्यपूर्ण प्रवाह दर असलेली नदी. सतत वीजनिर्मितीसाठी वर्षभर पाण्याचा प्रवाह महत्त्वाचा असतो.
- 2. टोपोग्राफी आणि एलिव्हेशन:** क्षेत्राच्या स्थलाकृतिने पाण्याचा स्रोत आणि टर्बाइनच्या स्थानादरम्यान लक्षणीय उंची ड्रॉप किंवा डोके प्रदान केले पाहिजे. जास्त उंची कमी केल्याने अधिक ऊर्जा निर्मिती होऊ शकते. धरणे आणि जलाशय यांसारख्या आवश्यक पायाभूत सुविधांच्या उभारणीसाठीही भूप्रदेश योग्य असावा.
- 3. पर्यावरणीय प्रभाव:** संपूर्ण पर्यावरणीय प्रभावाचे मूल्यांकन करणे महत्त्वाचे आहे. निवडलेल्या जागेचा स्थानिक परिसंस्थेवर, वन्यजीवांवर आणि जलचरांच्या अधिवासांवर कमीत कमी नकारात्मक प्रभाव असावा. जैवविविधतेचे जतन आणि पर्यावरणीय नियमांचे पालन करणे आवश्यक आहे.
- 4. भूवैज्ञानिक स्थिरता:** साइटची भूवैज्ञानिक स्थिरता महत्त्वाची आहे. हे क्षेत्र भूस्खलन, भूकंप किंवा धरणाची सुरक्षा आणि अखंडता धोक्यात आणणाऱ्या फॉल्ट लाइन यांसारख्या भूगर्भीय धोक्यांपासून आणि इतर संरचनांपासून मुक्त असावे.
- 5. ग्रिड इन्फ्रास्ट्रक्चरची जवळीक:** साइट सध्याच्या इलेक्ट्रिकल ग्रिड इन्फ्रास्ट्रक्चरच्या तुलनेने जवळ असावी. यामुळे ट्रान्समिशन हानी कमी होते आणि पॉवर प्लांटला ग्रीडशी जोडण्याचा खर्च कमी होतो.
- 6. सुलभता:** बांधकाम आणि देखभालीसाठी सुलभता महत्त्वाची आहे. दुर्गम किंवा पोहोचण्यास अवघड ठिकाणे ऑपरेशनल खर्चात लक्षणीय वाढ करू शकतात.
- 7. हवामान आणि हवामान:** पाऊस आणि हिमवर्षाव यासह हवामानाचे नमुने विचारात घेतले पाहिजेत कारण ते पाण्याची उपलब्धता आणि ऊर्जा उत्पादनातील हंगामी फरकांवर परिणाम करू शकतात.
- 8. जमीन वापर आणि मालकी:** कायदेशीर आणि जमीन-वापराचा विचार करणे आवश्यक आहे. पॉवर प्लांट आणि जलाशयासाठी आवश्यक असलेली जमीन खरेदी किंवा भाडेपट्ट्याने उपलब्ध असणे आवश्यक आहे आणि सर्व आवश्यक परवानग्या आणि मंजूरी प्राप्त करणे आवश्यक आहे.
- 9. सामाजिक आणि सामुदायिक विचार:** स्थानिक समुदाय आणि भागधारकांशी सल्लामसलत करणे महत्त्वाचे आहे. पॉवर प्लांटचा स्थानिक समुदायांवर लक्षणीय परिणाम होऊ शकतो, त्यामुळे त्यांचे इनपुट आणि चिंता विचारात घेतल्या पाहिजेत.
- 10. आर्थिक व्यवहार्यता:** जलविद्युत प्रकल्प बांधण्याचा आणि चालवण्याचा एकूण खर्च आर्थिकदृष्ट्या व्यवहार्य आणि इतर ऊर्जा स्रोतांशी स्पर्धात्मक असावा.
- 11. पाण्याची गुणवत्ता:** परिसंस्थेचे आणि वनस्पतीच्या उपकरणांचे दीर्घकालीन आरोग्य सुनिश्चित करण्यासाठी पाण्याची गुणवत्ता आणि वनस्पतीच्या अपस्ट्रीम संभाव्य दूषित स्रोतांचा विचार करणे महत्त्वाचे आहे.
- 12. नियामक आणि कायदेशीर फ्रेमवर्क:** यशस्वी प्रकल्पासाठी स्थानिक, राज्य आणि राष्ट्रीय नियम आणि परवानगी आवश्यकता समजून घेणे आणि त्यांचे पालन करणे आवश्यक आहे.

सारांश, हायड्रोइलेक्ट्रिक पॉवर प्लांटसाठी साइट निवड प्रक्रियेमध्ये तांत्रिक, पर्यावरणीय, आर्थिक आणि सामाजिक

घटकांचे सखोल मूल्यमापन केले जाते हे सुनिश्चित करण्यासाठी निवडलेले स्थान दीर्घकालीन ऊर्जा उत्पादनासाठी योग्य आणि टिकाऊ आहे.

1.2.2 Nuclear Power Plant Layout

In a nuclear power plant, heat energy is generated through a process known as nuclear fission, where heavy elements like Uranium or Thorium undergo controlled nuclear reactions within a specialized apparatus called a nuclear reactor. This nuclear fission process produces a substantial amount of heat energy. In most aspects, the structure and operation of a nuclear power plant closely resemble that of conventional thermal power plants.

One distinctive advantage of nuclear power plants is the remarkable energy output achieved with a relatively small amount of nuclear fuel. For instance, the fission of just 1 kilogram of Uranium can yield as much heat energy as the combustion of 4,500 tons of high-grade coal. This efficiency significantly reduces the transportation cost associated with fuel, a notable benefit of nuclear power. Additionally, nuclear fuels are widely available globally, with substantial reserves, ensuring a long-term and consistent supply of electrical energy for many generations. This feature enhances the sustainability of nuclear power plants.

Currently, nuclear power plants contribute approximately 10% of the world's total electricity generation, underlining their significance in meeting global energy needs.

In a nuclear reactor, heavy elements like Uranium (U_{235}) or Thorium (Th_{232}) undergo nuclear fission reactions, generating a substantial amount of heat energy. This heat energy is then transferred to a cooling medium, which can be water, gas, or a liquid metal. The heated coolant is directed through a heat exchanger where it causes water to transform into high-temperature steam.

This high-pressure steam, in turn, powers a steam turbine as it flows through, effectively driving the turbine. After completing its energy transfer, the steam is condensed back into water and returned to the heat exchanger to begin the cycle anew. The steam turbine is directly connected to an alternator, which is responsible for generating electricity. The electrical voltage produced is subsequently increased using a transformer to facilitate efficient long-distance transmission.

In summary, a nuclear power plant

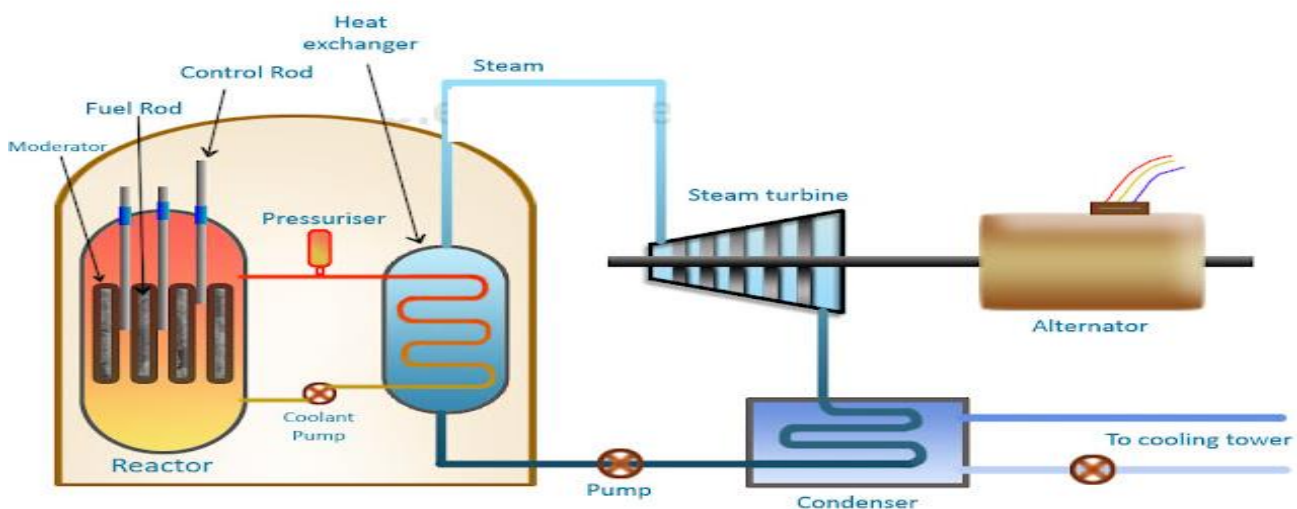


Figure 1.3: Basic Components and Layout of Nuclear Power Station

harnesses the heat generated by nuclear fission to produce steam, which drives a turbine connected to an alternator, ultimately generating electricity. This electricity is then transformed for more efficient transmission over long distances. Figure 1.3 below shows basic components and layout of a nuclear power station.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಪವರ್ ಪ್ಲಾಂಟ್ ಲೇಔಟ್

ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದಲ್ಲಿ, ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಅಥವಾ ಥೋರಿಯಂನಂತಹ ಭಾರೀ ಅಂಶಗಳು ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ಉಪಕರಣದೊಳಗೆ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಪರಮಾಣು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂಶಗಳಲ್ಲಿ, ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳಿಗೆ ನಿಕಟವಾಗಿ ಹೋಲುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಪ್ರಯೋಜನವೆಂದರೆ ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದ ಪರಮಾಣು ಇಂಧನದಿಂದ ಸಾಧಿಸಿದ ಗಮನಾರ್ಹ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕೇವಲ 1 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಯುರೇನಿಯಂನ ವಿದಳನವು 4,500 ಟನ್ಗಳಷ್ಟು ಉನ್ನತ ದರ್ಜೆಯ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ದಹನದಷ್ಟೇ ಶಾಖದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಈ ದಕ್ಷತೆಯು ಇಂಧನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಾರಿಗೆ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಇದು ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಯೋಜನವಾಗಿದೆ.

ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾಗಿ, ಪರಮಾಣು ಇಂಧನಗಳು ಜಾಗತಿಕವಾಗಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿವೆ, ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೀಸಲುಗಳೊಂದಿಗೆ, ಅನೇಕ ತಲೆಮಾರುಗಳಿಗೆ ದೀರ್ಘಾವಧಿಯ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ಖಾತ್ರಿಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವು ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳ ಸಮರ್ಥನೀಯತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಸ್ತುತ, ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು ಪ್ರಪಂಚದ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಸರಿಸುಮಾರು 10% ರಷ್ಟು ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುತ್ತವೆ, ಜಾಗತಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಅಗತ್ಯಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುವಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಒತ್ತಿಹೇಳುತ್ತವೆ.

ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ, ಯುರೇನಿಯಂ (U235) ಅಥವಾ ಥೋರಿಯಂ (Th232) ನಂತಹ ಭಾರವಾದ ಅಂಶಗಳು ಪರಮಾಣು ವಿದಳನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ, ಇದು ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಾಖ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಂತರ ತಂಪಾಗಿಸುವ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಅದು ನೀರು, ಅನಿಲ ಅಥವಾ ದ್ರವ ಲೋಹವಾಗಿರಬಹುದು. ಬಿಸಿಯಾದ ಶೀತಕವನ್ನು ಶಾಖ ವಿನಿಮಯಕಾರಕದ ಮೂಲಕ ನಿರ್ದೇಶಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ ನೀರು ಹೆಚ್ಚಿನ-ತಾಪಮಾನದ ಉಗಿಯಾಗಿ ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಈ ಅಧಿಕ-ಒತ್ತಡದ ಉಗಿ, ಪ್ರತಿಯಾಗಿ, ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಅನ್ನು ಹರಿಯುವಾಗ ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಅನ್ನು ಚಾಲನೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅದರ ಶಕ್ತಿಯ ವರ್ಗಾವಣೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದ ನಂತರ, ಆವಿಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಚಕ್ರವನ್ನು ಹೊಸದಾಗಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು ಶಾಖ ವಿನಿಮಯಕಾರಕಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನ್ ನೇರವಾಗಿ ಆವರ್ತಕಕ್ಕೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದೆ, ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ದಕ್ಷ ದೂರದ ಪ್ರಸರಣವನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸಲು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಬಳಸಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ತರುವಾಯ ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

Basic Components of a Nuclear Power Plant

Nuclear Reactor

A nuclear reactor is a specialized device designed for the controlled initiation of nuclear fission. Due to the radioactive nature of nuclear fission, reactors are encased within protective shielding. Nuclear fission involves the splitting of heavy atomic nuclei, a process that releases an immense amount of energy. This fission is achieved by directing slow-moving neutrons at the nuclei of heavy elements. During nuclear fission, not only is energy liberated, but additional neutrons are also emitted, which, in turn, can induce the fission of adjacent atoms. This creates a chain reaction, which, if uncontrolled, can lead to a potentially hazardous explosion. To manage this, a nuclear reactor comprises several essential components, including fuel rods, control rods, and a moderator.

Fuel rods are equipped with small, circular fuel pellets, typically containing uranium. Control rods, often made of cadmium, serve to absorb neutrons and can be inserted into or withdrawn from the reactor to regulate the chain reaction. Additionally, a moderator, which can be either graphite rods or the reactor's coolant, plays a vital role in the process. The moderator serves to decelerate neutrons before they collide with the fuel rods, thus facilitating the controlled fission process.

ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್

ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಪರಮಾಣು ವಿದಳನದ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಪ್ರಾರಂಭಕ್ಕಾಗಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾದ ವಿಶೇಷ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣು ವಿದಳನದ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಸ್ವಭಾವದಿಂದಾಗಿ, ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳು ರಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಕವಚದೊಳಗೆ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಪರಮಾಣು ವಿದಳನವು ಭಾರೀ ಪರಮಾಣು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳ ವಿಭಜನೆಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ, ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಅಪಾರ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಭಾರವಾದ ಅಂಶಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಮೂಲಕ ಈ ವಿದಳನವನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣು ವಿದಳನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಶಕ್ತಿಯು ವಿಮೋಚನೆಗೊಳ್ಳುವುದಲ್ಲದೆ, ಹೆಚ್ಚುವರಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸಹ ಹೊರಸೂಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ, ಇದು ಪ್ರತಿಯಾಗಿ, ಪಕ್ಕದ ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿದಳನವನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಸರಣಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಅನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿದ್ದರೆ, ಸಂಭಾವ್ಯ ಅಪಾಯಕಾರಿ ಸ್ಪೋಟಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಇದನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು, ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಇಂಧನ ರಾಡ್‌ಗಳು, ನಿಯಂತ್ರಣ ರಾಡ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಮಾಡರೇಟರ್ ಸೇರಿದಂತೆ ಹಲವಾರು ಅಗತ್ಯ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ.

ಇಂಧನ ರಾಡ್‌ಗಳು ಸಣ್ಣ, ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಇಂಧನ ಉಂಡೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಅಳವಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಕಂಟ್ರೋಲ್ ರಾಡ್‌ಗಳು, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಮ್‌ನಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸರಣಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಹಿಂತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾಗಿ, ಮಾಡರೇಟರ್, ಇದು ಗ್ರಾಫೈಟ್ ರಾಡ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನ ಶೀತಕವಾಗಿರಬಹುದು, ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಮಾಡರೇಟರ್ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಇಂಧನ ರಾಡ್‌ಗಳೊಂದಿಗೆ ಘರ್ಷಣೆ ಮಾಡುವ ಮೊದಲು ನಿಧಾನಗೊಳಿಸಲು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ಹೀಗಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿತ ವಿದಳನ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

आण्विक अणुभट्टी हे विभक्त विखंडन नियंत्रित सुरू करण्यासाठी डिझाइन केलेले एक विशेष उपकरण आहे. अणुविभाजनाच्या किरणोत्सर्गी स्वरूपामुळे, अणुभट्ट्या संरक्षक कवचात गुंफलेल्या असतात. न्यूक्लियर फिशनमध्ये जड अणु केंद्रकांचे विभाजन होते, ही प्रक्रिया प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा सोडते. हे विखंडन जड घटकांच्या केंद्रकांवर मंद गतीने चालणारे न्यूट्रॉन निर्देशित करून साध्य केले जाते.

आण्विक विखंडन दरम्यान, केवळ ऊर्जा मुक्त होत नाही, तर अतिरिक्त न्यूट्रॉन देखील उत्सर्जित केले जातात, ज्यामुळे, समीप अणूंचे विखंडन होऊ शकते. यामुळे साखळी प्रतिक्रिया निर्माण होते, जी अनियंत्रित राहिल्यास संभाव्य धोकादायक स्फोट होऊ शकते. हे व्यवस्थापित करण्यासाठी, अणुभट्टीमध्ये इंधन रॉड्स, कंट्रोल रॉड्स आणि मॉडरेटरसह अनेक आवश्यक घटक असतात.

इंधन रॉड्स लहान, गोलाकार इंधन गोळ्यांनी सुसज्ज असतात, ज्यामध्ये सामान्यतः युरेनियम असते. कंट्रोल रॉड्स, बहुतेक वेळा कॅडमियमचे बनलेले असतात, न्यूट्रॉन शोषून घेतात आणि साखळी प्रतिक्रिया नियंत्रित करण्यासाठी अणुभट्टीमध्ये घातल्या किंवा काढल्या जाऊ शकतात. याव्यतिरिक्त, एक नियंत्रक, जो एकतर ग्रेफाइट रॉड किंवा अणुभट्टीचे शीतलक असू शकतो, प्रक्रियेत महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो. मॉडरेटर इंधन रॉड्सशी टक्कर होण्यापूर्वी न्यूट्रॉनचा वेग कमी करण्याचे काम करतो, त्यामुळे नियंत्रित विखंडन प्रक्रिया सुलभ होते.

Two widely employed types of nuclear reactors are:

1. Pressurized Water Reactor (PWR):

PWRs utilize ordinary water as a coolant. To prevent boiling, the coolant (water) is maintained at extremely high pressures. The heated water is then directed through a heat exchanger, where it heats a secondary coolant loop, converting it into steam. Importantly, this secondary loop remains entirely free from radioactive materials. Additionally, in a PWR, the coolant water also serves as a moderator. Due to these advantages, pressurized water reactors are the most commonly adopted type.

2. Boiling Water Reactor (BWR):

BWRs operate with a single coolant loop, where water is allowed to boil within the reactor itself. The resulting steam flows directly from the reactor and drives the steam turbine. However, a notable drawback of the BWR design is that the coolant water comes into direct contact with both the fuel rods and the turbine. This raises the potential for radioactive contamination on the turbine, which is a significant concern associated with BWRs.

In summary, these two prevalent nuclear reactor types differ in how they handle coolant and steam generation, with PWRs using a dual-loop system to isolate radioactive materials, while BWRs have a single-loop design with potential radioactive material contact concerns.

ಎರಡು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುವ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳು:

1. ಪ್ರೆಸಚ್ಚರ್ಡ್ ವಾಟರ್ ರಿಯಾಕ್ಟರ್ (PWR):

PWRಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರನ್ನು ಶೀತಕವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಕುದಿಯುವಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು, ಶೀತಕವನ್ನು (ನೀರು) ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬಿಸಿಯಾದ ನೀರನ್ನು ನಂತರ ಶಾಖ ವಿನಿಮಯಕಾರಕದ ಮೂಲಕ ನಿರ್ದೇಶಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಅದು ದ್ವಿತೀಯ ಶೀತಕ ಲೂಪ್ ಅನ್ನು ಬಿಸಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಅದನ್ನು ಉಗಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಈ ದ್ವಿತೀಯಕ ಲೂಪ್ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾಗಿ, PWR ನಲ್ಲಿ, ಶೀತಕ ನೀರು ಸಹ ಮಾಡರೆಟರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಅನುಕೂಲಗಳಿಂದಾಗಿ, ಒತ್ತಡಕ್ಕೊಳಗಾದ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ

ಶಾಖ ವಿನಿಮಯಕಾರಕ:

ಶಾಖ ವಿನಿಮಯಕಾರಕದಲ್ಲಿ, ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಶೀತಕವು ಅದರ ಶಾಖವನ್ನು ದ್ವಿತೀಯಕ ಶೀತಕಕ್ಕೆ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೀರು) ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ದ್ವಿತೀಯ ಲೂಪ್‌ನಿಂದ ನೀರನ್ನು ಉಗಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಮುಚ್ಚಿದ ಲೂಪ್‌ಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಪರಸ್ಪರ ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಈ ವಿನ್ಯಾಸವು ದ್ವಿತೀಯಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಯಾವುದೇ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಶಾಖ ವಿನಿಮಯಕಾರಕವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿಲ್ಲ ಎಂದು ನಮೂದಿಸುವುದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಉಷ್ಣತಾ ವಿನಿಮಯಕಾರ:

ಹೀಟ್ ಎಕ್ಸ್‌ಚೇಂಜರ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಶೀತಲಕ ತ್ಯಾಜಿ ಉಷ್ಣತಾ ದುಯಮ ಶೀತಲಕ (ಸಾಮಾನ್ಯತ: ಪಾನಿ) ಮध्ये हस्तांतरित करते. या प्रक्रियेमुळे दुय्यम लूपमधून पाण्याचे वाफेमध्ये रूपांतर होते. हे लक्षात घेणे आवश्यक आहे की प्राथमिक आणि दुय्यम प्रणाली बंद लूप म्हणून कार्य करतात आणि एकमेकांपासून काटेकोरपणे वेगळ्या असतात. हे डिझाइन हे सुनिश्चित करते की दुय्यम प्रणाली कोणत्याही किरणोत्सर्गी सामग्रीपासून मुक्त राहते. तथापि, हे नमूद करणे महत्वाचे आहे की उकळत्या पाण्याच्या अणुभट्ट्यांमध्ये हीट एक्सचेंजर समाविष्ट नाही.

Steam Turbine:

The generated steam is directed through a steam turbine, and its force drives the turbine's blades, causing it to rotate. As the steam flows through the turbine, its pressure gradually decreases, and it expands in volume. The steam turbine is mechanically connected to an alternator through a rotating shaft.

स्टीम टर्बाइन:

ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಉಗಿಯನ್ನು ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಮೂಲಕ ನಿರ್ದೇಶಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಬಲವು ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ಬ್ಲೇಡ್‌ಗಳನ್ನು ಓಡಿಸುತ್ತದೆ, ಅದು ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತದೆ, ಅದರ ಒತ್ತಡವು ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಅದು ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಸ್ಟೀಮ್ ಟರ್ಬೈನ್ ಅನ್ನು ತಿರುಗುವ ಶಾಫ್ಟ್ ಮೂಲಕ ಯಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ಆವರ್ತಕಕ್ಕೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ.

स्टीम टर्बाइन:

व्युत्पन्न केलेली वाफ स्टीम टर्बाइनद्वारे निर्देशित केली जाते आणि त्याची शक्ती टर्बाइनच्या ब्लेडला चालवते, ज्यामुळे ते फिरते. जसजसे टर्बाइनमधून वाफ वाहते तसतसे त्याचा दाब हळूहळू कमी होत जातो आणि त्याचा आकारमानाचा विस्तार होतो. स्टीम टर्बाइन यांत्रिकरित्या एका फिरत्या शाफ्टद्वारे अल्टरनेटरशी जोडलेले असते.

Alternator:

The steam turbine's rotation drives the shaft of an alternator, which is responsible for generating electrical energy. The electricity produced by the alternator is then transferred to a step-up transformer, a device used to increase the voltage for more efficient long-distance transmission.

ಆವರ್ತಕ:

ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ತಿರುಗುವಿಕೆಯು ಆವರ್ತಕದ ಶಾಫ್ಟ್ ಅನ್ನು ಚಾಲನೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಆವರ್ತಕದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ನಂತರ ಸ್ವೆಪ್-ಅಪ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ದೂರದ ಪ್ರಸರಣಕ್ಕಾಗಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬಳಸುವ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ.

ಅಲ್ಟರನೇಟರ್:

ಸ್ಟೀಮ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ರೋಟೇಷನ್ ಅಲ್ಟರನೇಟರ್‌ನ ಶಾಫ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಚಾಲನೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ಊರ್ಜಾ ನಿರ್ಮಾಣ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗೆ ಜವಾಬ್ದಾರ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಟರನೇಟರ್‌ನಿಂದ ಉತ್ಪಾದಿತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ ನಂತರ ಸ್ಟೆಪ್-ಅಪ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗೆ ಏರಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಅಧಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಉದ್ದದ ಪ್ರಸಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಏರಿಕೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

Condenser:

After the steam has completed its work in the turbine, it exits the turbine and is converted back into water within a condenser. The cooling process is achieved by passing the steam through a separate cold water loop, allowing it to condense into liquid form.

ಕಂಡೆನ್ಸರ್:

ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನ್‌ನಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಕೆಲಸವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದ ನಂತರ, ಅದು ಟರ್ಬೈನ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕಂಡೆನ್ಸರ್‌ನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪ್ರತ್ಯೇಕ ತಣ್ಣೀರಿನ ಲೂಪ್ ಮೂಲಕ ಉಗಿಯನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಮೂಲಕ ತಂಪಾಗಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ದ್ರವ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಕಂಡೆನ್ಸರ್:

ವಾಫೇನ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಪಲೆ ಕಾಮ ಪೂರ್ಣ ಕೆಲಸಾನಂತರ, ತೆ ಟರ್ಬೈನ್‌ನಿಂದ ಬಾಹೇರ ಪಡತೆ ಆಗಿ ಕಂಡೆನ್ಸರ್‌ನಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪ್ರತ್ಯೇಕ ತಣ್ಣೀರಿನ ಲೂಪ್ ಮೂಲಕ ಉಗಿಯನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಮೂಲಕ ತಂಪಾಗಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ದ್ರವ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ.

Site Selection for Nuclear Power Plant

Site selection for a nuclear power plant is a highly meticulous and regulated process due to the unique safety and environmental considerations associated with nuclear energy. Here are key factors and considerations in choosing a suitable site for a nuclear power plant:

1. Geological Stability: The chosen site must be geologically stable, free from seismic hazards, active fault lines, and potential geological instability. Geological surveys and studies are conducted to assess the site's stability.
2. Distance from Population Centers: Nuclear power plants should be located at a safe distance from densely populated areas to minimize risks in case of accidents or emergencies.
3. Proximity to Water Sources: Nuclear plants require a significant and reliable water source for cooling purposes. Thus, they are typically located near rivers, lakes, or coastlines.
4. Cooling Water Availability: Sufficient cooling water must be available year-round to prevent overheating of the reactors. Water scarcity or seasonal variations in water availability can affect plant operation.

5. Environmental Impact: Comprehensive environmental impact assessments are conducted to evaluate the potential impact of the plant on the local ecosystem, including wildlife, aquatic habitats, and vegetation.
 6. Emergency Response Infrastructure: Adequate infrastructure for emergency response and evacuation plans must be in place. This includes proximity to medical facilities and transportation routes.
 7. Security Measures: The site should have robust security measures and be well-protected to prevent unauthorized access, terrorism, or sabotage.
 8. Access to Transportation: Nuclear power plants require a steady supply of fuel, components, and personnel. Adequate road, rail, and port access for transportation is essential.
 9. Local Climate and Weather Patterns: Climate conditions and weather patterns in the area should be suitable for safe plant operation. Extreme weather events, such as hurricanes or floods, need to be factored into the design.
 10. Regulatory Approvals: The site must comply with all national and international regulatory requirements and permits. Regulatory agencies assess safety, environmental, and security considerations.
 11. Public Opinion and Local Support: Public acceptance and support from the local community are crucial. Public hearings and engagement processes are often conducted to address concerns and gather feedback.
 12. Availability of Skilled Workforce: A skilled labor force and educational institutions for training nuclear personnel should be available in the region.
 13. Grid Connection: Proximity to electrical grid infrastructure is necessary to efficiently transmit the generated electricity.
 14. Emergency Planning Zones: A defined emergency planning zone (EPZ) is established around the plant site, which outlines evacuation plans and emergency response procedures for surrounding communities.
 15. Natural Resource Conservation: Protection of natural resources, including water bodies and wildlife habitats, is a priority.
 16. Long-Term Considerations: Considerations should extend to the long-term management of radioactive waste generated by the plant.
- Site selection for a nuclear power plant requires a thorough and systematic assessment of these factors to ensure the safety, security, and sustainability of the facility while minimizing environmental impact and addressing the concerns of local communities and regulatory authorities. It's a complex and rigorous process that involves multiple stakeholders and extensive planning.

ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕಾಗಿ ಸೈಟ್ ಆಯ್ಕೆ

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅನನ್ಯ ಸುರಕ್ಷತೆ ಮತ್ತು ಪರಿಸರದ ಪರಿಗಣನೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕಾಗಿ ಸೈಟ್ ಆಯ್ಕೆಯು ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರವಾದ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶಗಳು ಮತ್ತು ಪರಿಗಣನೆಗಳು ಇಲ್ಲಿವೆ:

1. **ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸ್ಥಿರತೆ:** ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿದ ಸೈಟ್ ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಬೇಕು, ಭೂಕಂಪನ ಅಪಾಯಗಳು, ಸಕ್ರಿಯ ದೋಷ ರೇಖೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಭಾವ್ಯ ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಸ್ಥಿರತೆಯಿಂದ ಮುಕ್ತವಾಗಿರಬೇಕು. ಸೈಟ್ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮೀಕ್ಷೆಗಳು ಮತ್ತು ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

2. **ಜನಸಂಖ್ಯಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ದೂರ:** ಅಪಘಾತಗಳು ಅಥವಾ ತುರ್ತು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅಪಾಯಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳು ಜನನಿಬಿಡ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಸುರಕ್ಷಿತ ದೂರದಲ್ಲಿರಬೇಕು.
3. **ನೀರಿನ ಮೂಲಗಳ ಸಾಮೀಪ್ಯ:** ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಾವರಗಳಿಗೆ ತಂಪಾಗಿಸುವ ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗಾಗಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ನೀರಿನ ಮೂಲ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಅವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನದಿಗಳು, ಸರೋವರಗಳು ಅಥವಾ ಕರಾವಳಿ ತೀರಗಳ ಬಳಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿವೆ.
4. **ಕೂಲಿಂಗ್ ವಾಟರ್ ಲಭ್ಯತೆ:** ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳ ಅಧಿಕ ಬಿಸಿಯಾಗುವುದನ್ನು ತಡೆಯಲು ಸಾಕಷ್ಟು ತಂಪಾಗಿಸುವ ನೀರು ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ ಲಭ್ಯವಿರಬೇಕು. ನೀರಿನ ಕೊರತೆ ಅಥವಾ ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆಯ ಋತುಮಾನದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಸಸ್ಯದ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಹುದು.
5. **ಪರಿಸರದ ಪ್ರಭಾವ:** ವನ್ಯಜೀವಿಗಳು, ಜಲವಾಸಿ ಆವಾಸಸ್ಥಾನಗಳು ಮತ್ತು ಸಸ್ಯವರ್ಗ ಸೇರಿದಂತೆ ಸ್ಥಳೀಯ ಪರಿಸರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ ಸಸ್ಯದ ಸಂಭಾವ್ಯ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಲು ಸಮಗ್ರ ಪರಿಸರ ಪ್ರಭಾವದ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ.
6. **ತುರ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯ:** ತುರ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಾಗಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಮೂಲಸೌಕರ್ಯ ಮತ್ತು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸುವ ಯೋಜನೆಗಳು ಜಾರಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಇದು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಸಾರಿಗೆ ಮಾರ್ಗಗಳ ಸಾಮೀಪ್ಯವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ.
7. **ಸುರಕ್ಷತಾ ಕ್ರಮಗಳು:** ಸೈಟ್ ದೃಢವಾದ ಭದ್ರತಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಅನಧಿಕೃತ ಪ್ರವೇಶ, ಭಯೋತ್ಪಾದನೆ ಅಥವಾ ವಿಧ್ವಂಸಕ ಕೃತ್ಯಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಡಬೇಕು.
8. **ಸಾರಿಗೆಗೆ ಪ್ರವೇಶ:** ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರಗಳಿಗೆ ಇಂಧನ, ಘಟಕಗಳು ಮತ್ತು ಸಿಬ್ಬಂದಿಗಳ ಸ್ಥಿರ ಪೂರೈಕೆಯ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಸಾರಿಗೆಗಾಗಿ ಸಾಕಷ್ಟು ರಸ್ತೆ, ರೈಲು ಮತ್ತು ಬಂದರು ಪ್ರವೇಶ ಅತ್ಯಗತ್ಯ.
9. **ಸ್ಥಳೀಯ ಹವಾಮಾನ ಮತ್ತು ಹವಾಮಾನ ಮಾದರಿಗಳು:** ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿನ ಹವಾಮಾನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ಹವಾಮಾನ ಮಾದರಿಗಳು ಸುರಕ್ಷಿತ ಸಸ್ಯ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿರಬೇಕು. ಚಂಡಮಾರುತಗಳು ಅಥವಾ ಪ್ರವಾಹಗಳಂತಹ ವಿಪರೀತ ಹವಾಮಾನ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಅಂಶೀಕರಿಸುವ ಅಗತ್ಯವಿದೆ.
10. **ನಿಯಂತ್ರಕ ಅನುಮೋದನೆಗಳು:** ಸೈಟ್ ಎಲ್ಲಾ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮತ್ತು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ನಿಯಂತ್ರಕ ಅಗತ್ಯತೆಗಳು ಮತ್ತು ಪರವಾನಗಿಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಬೇಕು. ನಿಯಂತ್ರಕ ಏಜೆನ್ಸಿಗಳು ಸುರಕ್ಷತೆ, ಪರಿಸರ ಮತ್ತು ಭದ್ರತಾ ಪರಿಗಣನೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುತ್ತವೆ.
11. **ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಮತ್ತು ಸ್ಥಳೀಯ ಬೆಂಬಲ:** ಸ್ಥಳೀಯ ಸಮುದಾಯದಿಂದ ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಸ್ವೀಕಾರ ಮತ್ತು ಬೆಂಬಲವು ನಿರ್ಣಾಯಕವಾಗಿದೆ. ಸಾರ್ವಜನಿಕ ವಿಚಾರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ನಿಶ್ಚಿತಾರ್ಥದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಳಜಿಗಳನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ.
12. **ನುರಿತ ಕಾರ್ಯಪಡೆಯ ಲಭ್ಯತೆ:** ಪರಮಾಣು ಸಿಬ್ಬಂದಿಗೆ ತರಬೇತಿ ನೀಡಲು ನುರಿತ ಕಾರ್ಮಿಕ ಪಡೆ ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಣ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರಬೇಕು.
13. **ಗ್ರಿಡ್ ಸಂಪರ್ಕ:** ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ರವಾನಿಸಲು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಗ್ರಿಡ್ ಮೂಲಸೌಕರ್ಯಕ್ಕೆ ಸಾಮೀಪ್ಯ ಅಗತ್ಯ.
14. **ತುರ್ತು ಯೋಜನಾ ವಲಯಗಳು:** ಸ್ಥಾವರದ ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾದ ತುರ್ತು ಯೋಜನೆ ವಲಯ (EPZ) ಅನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ, ಇದು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಸಮುದಾಯಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸುವ

- 11. सार्वजनिक मत आणि स्थानिक समर्थन:** स्थानिक समुदायाकडून सार्वजनिक स्वीकृती आणि समर्थन महत्त्वपूर्ण आहे. सार्वजनिक सुनावणी आणि प्रतिबद्धता प्रक्रिया अनेकदा चिंता दूर करण्यासाठी आणि अभिप्राय गोळा करण्यासाठी आयोजित केल्या जातात.
- 12. कुशल कर्मचाऱ्यांची उपलब्धता:** या प्रदेशात अणु कर्मचाऱ्यांना प्रशिक्षण देण्यासाठी कुशल कामगार दल आणि शैक्षणिक संस्था उपलब्ध असायला हव्यात.
- 13. ग्रीड कनेक्शन:** व्युत्पन्न वीज कार्यक्षमतेने प्रसारित करण्यासाठी इलेक्ट्रिकल ग्रिड पायाभूत सुविधांच्या जवळ असणे आवश्यक आहे.
- 14. आपत्कालीन नियोजन झोन:** एक परिभाषित आणीबाणी नियोजन क्षेत्र (EPZ) वनस्पतीच्या जागेभोवती स्थापित केले जाते, जे आसपासच्या समुदायांसाठी निर्वासन योजना आणि आपत्कालीन प्रतिसाद प्रक्रियांची रूपरेषा देते.
- 15. नैसर्गिक संसाधन संवर्धन:** नैसर्गिक संसाधनांचे संरक्षण, ज्यात जलसंस्था आणि वन्यजीव अधिवास यांचा समावेश आहे, हे प्राधान्य आहे.
- 16. दीर्घकालीन विचार:** प्लांटद्वारे निर्माण होणाऱ्या किरणोत्सर्गी कचऱ्याच्या दीर्घकालीन व्यवस्थापनासाठी विचारांचा विस्तार केला पाहिजे.
- अणुऊर्जा प्रकल्पासाठी साइट निवडीसाठी या घटकांचे सखोल आणि पद्धतशीर मूल्यांकन करणे आवश्यक आहे जेणेकरून सुविधेची सुरक्षितता, सुरक्षितता आणि टिकाऊपणा सुनिश्चित करणे आणि पर्यावरणावरील प्रभाव कमी करणे आणि स्थानिक समुदाय आणि नियामक प्राधिकरणांच्या समस्यांचे निराकरण करणे. ही एक जटिल आणि कठोर प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये अनेक भागधारक आणि व्यापक नियोजन समाविष्ट आहे.

1.2.3 Solar Power Plant

A solar power plant functions by capturing the energy of sunlight through photovoltaic cells. When sunlight hits these cells, numerous photons interact with the silicon material, leading to the separation of electron-hole pairs, thus generating electrical energy. These separated electrons are propelled from the positive (p-type) region to the negative (n-type) region of the cell, thanks to an electric field established at the cell's p-n junction. To enhance this electron movement, the cell's diode is reverse-biased, strengthening the electric field and allowing electrons to flow through an external circuit, resulting in the creation of an electric current for each individual cell. Multiple solar cells are combined within solar panels to maximize energy production, and these panels are interconnected to form a solar array, significantly increasing voltage output. To ensure a consistent power supply even during periods of low sunlight or at night, the electricity generated by the solar panels is stored in Lithium-ion batteries, serving as an energy reserve that can release stored electricity as needed. Figure 1.4 shows layout, basic components and working of a solar power plant.

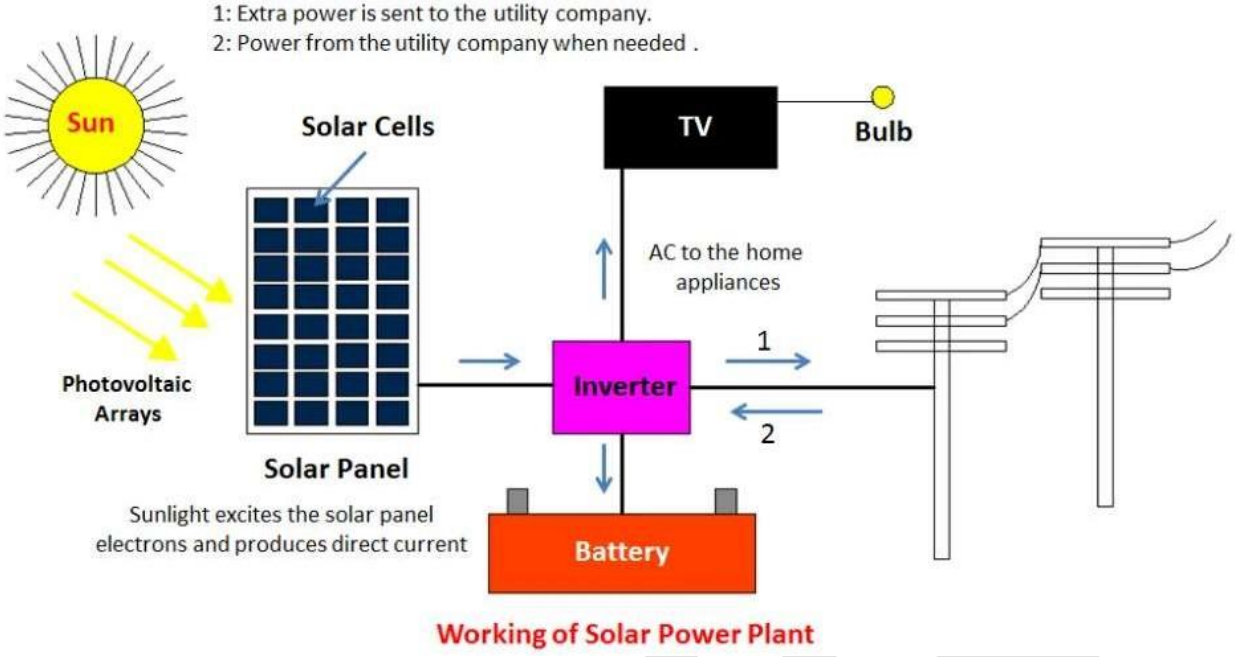


Figure 1.4: Layout, basic components and working of a solar power plant

ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರ

ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಕೋಶಗಳ ಮೂಲಕ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವ ಮೂಲಕ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರವು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಈ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಹೊಡೆದಾಗ, ಹಲವಾರು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಸಿಲಿಕಾನ್ ವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂವಹನ ನಡೆಸುತ್ತವೆ, ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಹೋಲ್ ಜೋಡಿಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ, ಹೀಗಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಧನಾತ್ಮಕ (p-ಟೈಪ್) ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಕೋಶದ ಋಣಾತ್ಮಕ (n-ಟೈಪ್) ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಮುಂದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ, ಜೀವಕೋಶದ p-n ಜಂಕ್ಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಚಲನೆಯನ್ನು ವರ್ಧಿಸಲು, ಜೀವಕೋಶದ ಡಯೋಡ್ ಹಿಮ್ಮುಖ-ಪಕ್ಷಪಾತವಾಗಿದೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಬಲಪಡಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬಾಹ್ಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಗರಿಷ್ಠಗೊಳಿಸಲು ಸೌರ ಫಲಕಗಳೊಳಗೆ ಬಹು ಸೌರ ಕೋಶಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಲಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಈ ಫಲಕಗಳು ಸೌರ ರಚನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿವೆ, ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಕಡಿಮೆ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಅಥವಾ ರಾತ್ರಿಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಸ್ಥಿರವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ಸೌರ ಫಲಕಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ಲಿಥಿಯಂ-ಐಯಾನ್ ಬ್ಯಾಟರಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಶಕ್ತಿಯ ಮೀಸಲಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಗತ್ಯವಿರುವಂತೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 1.4 ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದ ವಿನ್ಯಾಸ, ಮೂಲ ಘಟಕಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲಸವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

सोलर पॉवर प्लांट

फोटोव्होल्टेइक पेशींद्वारे सूर्यप्रकाशाची ऊर्जा कॅप्चर करून सौर ऊर्जा संयंत्र कार्य करते. जेव्हा सूर्यप्रकाश या पेशींवर आदळतो, तेव्हा असंख्य फोटॉन सिलिकॉन सामग्रीशी संवाद साधतात, ज्यामुळे इलेक्ट्रॉन-होल जोड्या वेगळे होतात, त्यामुळे विद्युत ऊर्जा निर्माण होते. हे विभक्त इलेक्ट्रॉन सेलच्या p-n जंक्शनवर स्थापित केलेल्या विद्युत क्षेत्रामुळे सेलच्या सकारात्मक (p-प्रकार) क्षेत्रापासून नकारात्मक (n-प्रकार) क्षेत्राकडे चालविले जातात. ही इलेक्ट्रॉन हालचाल वाढविण्यासाठी, सेलचा डायोड उलट-पक्षपाती आहे, विद्युत क्षेत्र मजबूत करतो आणि इलेक्ट्रॉनला बाह्य सर्किटमधून वाहू देतो, परिणामी प्रत्येक सेलसाठी विद्युत प्रवाह तयार होतो. ऊर्जेचे उत्पादन जास्तीत जास्त करण्यासाठी सौर पॅनेलमध्ये अनेक सौर पेशी एकत्र केल्या जातात आणि हे पॅनेल सौर अॅरे तयार करण्यासाठी एकमेकांशी जोडलेले असतात, ज्यामुळे व्होल्टेज आउटपुटमध्ये लक्षणीय वाढ होते. कमी सूर्यप्रकाशाच्या काळात किंवा रात्रीच्या वेळी देखील सातत्यपूर्ण वीज पुरवठा सुनिश्चित करण्यासाठी, सौर पॅनेलद्वारे निर्माण केलेली वीज लिथियम-आयन बॅटरीमध्ये साठवली जाते, ऊर्जा राखीव म्हणून काम करते जे आवश्यकतेनुसार साठवलेली वीज सोडू शकते. आकृती 1.4 सोलर पॉवर प्लांटचे लेआउट, मूलभूत घटक आणि कार्य दर्शवते

1.2.4 Wind Power Plant

Wind power plants consist of an assembly of wind turbines, which can be of either horizontal or vertical design. These individual turbines capture kinetic energy from the wind and are linked to a central facility. Functionally, a wind turbine operates in a manner akin to a typical turbine, converting the kinetic energy of wind into mechanical energy. These turbines are carefully engineered, with specific attention to the proportion of blade length and height.

Wind power plants stand out as a significant source of energy generation, boasting a lifespan of over two decades. They typically necessitate maintenance every six months to ensure their optimal performance. It's worth noting that wind turbine power plants exhibit an overall efficiency range of 20% to 40%.

विण्ड पॉवर प्लांट्स विण्ड टर्बाइनसोबत जोडलेल्या सौर पॅनेलसोबत, जेव्हा सूर्यप्रकाश या पेशींवर आदळतो, तेव्हा असंख्य फोटॉन सिलिकॉन सामग्रीशी संवाद साधतात, ज्यामुळे इलेक्ट्रॉन-होल जोड्या वेगळे होतात, त्यामुळे विद्युत ऊर्जा निर्माण होते. हे विभक्त इलेक्ट्रॉन सेलच्या p-n जंक्शनवर स्थापित केलेल्या विद्युत क्षेत्रामुळे सेलच्या सकारात्मक (p-प्रकार) क्षेत्रापासून नकारात्मक (n-प्रकार) क्षेत्राकडे चालविले जातात. ही इलेक्ट्रॉन हालचाल वाढविण्यासाठी, सेलचा डायोड उलट-पक्षपाती आहे, विद्युत क्षेत्र मजबूत करतो आणि इलेक्ट्रॉनला बाह्य सर्किटमधून वाहू देतो, परिणामी प्रत्येक सेलसाठी विद्युत प्रवाह तयार होतो. ऊर्जेचे उत्पादन जास्तीत जास्त करण्यासाठी सौर पॅनेलमध्ये अनेक सौर पेशी एकत्र केल्या जातात आणि हे पॅनेल सौर अॅरे तयार करण्यासाठी एकमेकांशी जोडलेले असतात, ज्यामुळे व्होल्टेज आउटपुटमध्ये लक्षणीय वाढ होते. कमी सूर्यप्रकाशाच्या काळात किंवा रात्रीच्या वेळी देखील सातत्यपूर्ण वीज पुरवठा सुनिश्चित करण्यासाठी, सौर पॅनेलद्वारे निर्माण केलेली वीज लिथियम-आयन बॅटरीमध्ये साठवली जाते, ऊर्जा राखीव म्हणून काम करते जे आवश्यकतेनुसार साठवलेली वीज सोडू शकते. आकृती 1.4 सोलर पॉवर प्लांटचे लेआउट, मूलभूत घटक आणि कार्य दर्शवते

विण्ड पॉवर प्लांट्स विण्ड टर्बाइनसोबत जोडलेल्या सौर पॅनेलसोबत, जेव्हा सूर्यप्रकाश या पेशींवर आदळतो, तेव्हा असंख्य फोटॉन सिलिकॉन सामग्रीशी संवाद साधतात, ज्यामुळे इलेक्ट्रॉन-होल जोड्या वेगळे होतात, त्यामुळे विद्युत ऊर्जा निर्माण होते. हे विभक्त इलेक्ट्रॉन सेलच्या p-n जंक्शनवर स्थापित केलेल्या विद्युत क्षेत्रामुळे सेलच्या सकारात्मक (p-प्रकार) क्षेत्रापासून नकारात्मक (n-प्रकार) क्षेत्राकडे चालविले जातात. ही इलेक्ट्रॉन हालचाल वाढविण्यासाठी, सेलचा डायोड उलट-पक्षपाती आहे, विद्युत क्षेत्र मजबूत करतो आणि इलेक्ट्रॉनला बाह्य सर्किटमधून वाहू देतो, परिणामी प्रत्येक सेलसाठी विद्युत प्रवाह तयार होतो. ऊर्जेचे उत्पादन जास्तीत जास्त करण्यासाठी सौर पॅनेलमध्ये अनेक सौर पेशी एकत्र केल्या जातात आणि हे पॅनेल सौर अॅरे तयार करण्यासाठी एकमेकांशी जोडलेले असतात, ज्यामुळे व्होल्टेज आउटपुटमध्ये लक्षणीय वाढ होते. कमी सूर्यप्रकाशाच्या काळात किंवा रात्रीच्या वेळी देखील सातत्यपूर्ण वीज पुरवठा सुनिश्चित करण्यासाठी, सौर पॅनेलद्वारे निर्माण केलेली वीज लिथियम-आयन बॅटरीमध्ये साठवली जाते, ऊर्जा राखीव म्हणून काम करते जे आवश्यकतेनुसार साठवलेली वीज सोडू शकते. आकृती 1.4 सोलर पॉवर प्लांटचे लेआउट, मूलभूत घटक आणि कार्य दर्शवते

पवन ऊर्जा संयंत्रांमध्ये पवन टर्बाइनची असेंब्ली असते, जी क्षैतिज किंवा उभ्या डिझाइनची असू शकते. या वैयक्तिक टर्बाइन वाऱ्यापासून गतीज ऊर्जा घेतात आणि मध्यवर्ती सुविधेशी जोडलेली असतात. कार्यात्मकपणे,

पवन टर्बाइन विशिष्ट टर्बाइन प्रमाणेच चालते, वाऱ्याच्या गतिज उर्जेचे यांत्रिक उर्जेमध्ये रूपांतर करते. ब्लेडच्या लांबी आणि उंचीच्या प्रमाणात विशेष लक्ष देऊन या टर्बाइन काळजीपूर्वक तयार केल्या जातात.

पवन उर्जा संयंत्रे दोन दशकांहून अधिक आयुष्याचा अभिमान बाळगून ऊर्जा निर्मितीचा एक महत्त्वाचा स्रोत म्हणून उभी आहेत. त्यांची इष्टतम कामगिरी सुनिश्चित करण्यासाठी त्यांना विशेषतः दर सहा महिन्यांनी देखभाल करणे आवश्यक आहे. हे लक्षात घेण्यासारखे आहे की पवन टर्बाइन पॉवर प्लांट्स 20% ते 40% च्या एकूण कार्यक्षमतेची श्रेणी प्रदर्शित करतात.

Working of Wind Power Plant

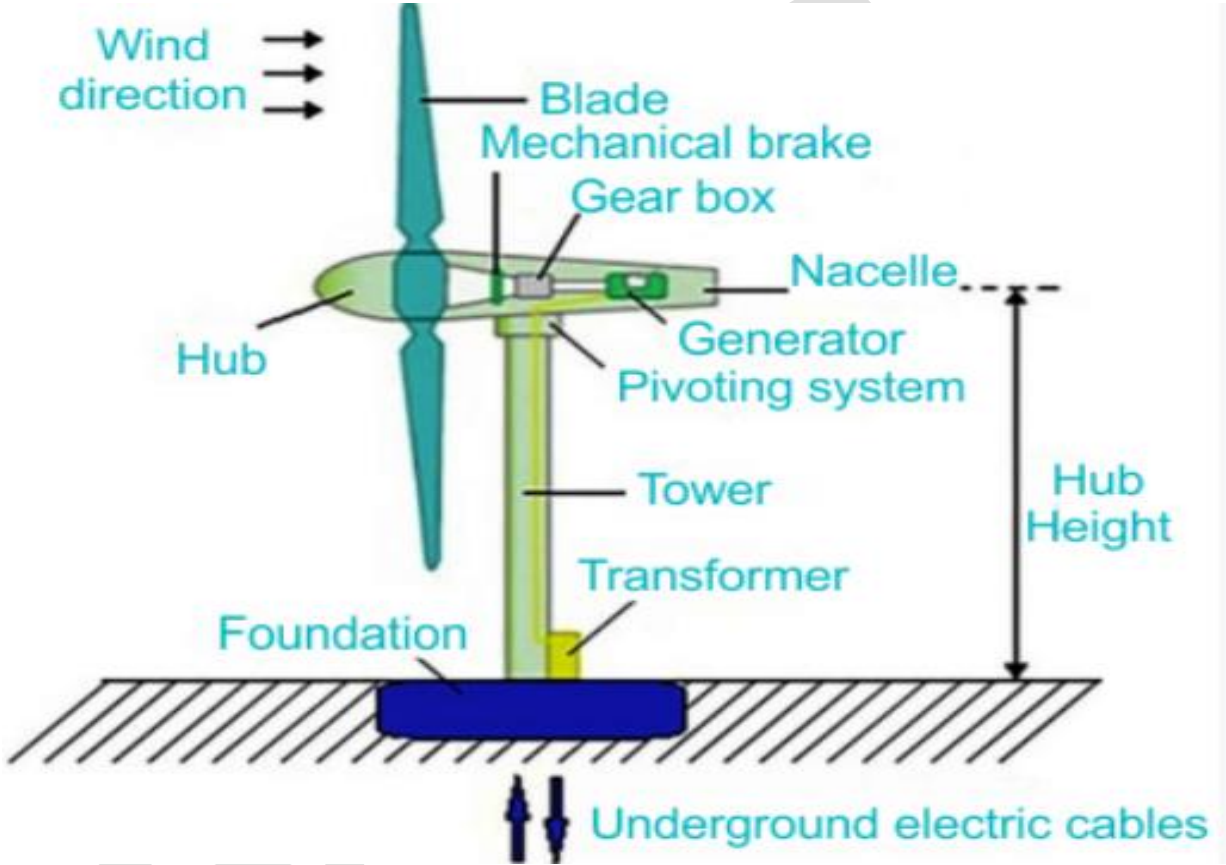


Figure 1.5: Working of wind power plant

The wind turbine's rotor shaft, encompassing both low and high-speed sections, is intricately connected to a gearbox. This gearbox plays a crucial role in transforming the relatively slow rotation speed of 30 to 60 rpm into the much higher range of 1000 to 1800 rpm. This conversion is accomplished through the use of gears, serving as the mechanical energy transmission mechanism. These optimized speeds align most effectively with the generator's requirements for generating electricity.

When the rotor of the turbine rotates, it imparts its motion to a generator via this gearbox setup, thereby enabling the generator to generate electrical energy. Wind turbines come in various sizes, spanning from 100 KW to as massive as 36 MW, with a predominant presence in offshore applications. Presently, engineers are even pushing the boundaries by designing wind turbines with a remarkable 10 MW capacity.

विण्ड ढरबॅरनर रोरर शरफ्ट, कडरमे मरतु हरररर-वरररद वरररररररररररर

ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಇದು ಗೇರ್‌ಬಾಕ್ಸ್‌ಗೆ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದೆ. 30 ರಿಂದ 60 rpm ನ ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ನಿಧಾನವಾದ ತಿರುಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವನ್ನು 1000 ರಿಂದ 1800 rpm ವರೆಗಿನ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶ್ರೇಣಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವಲ್ಲಿ ಈ ಗೇರ್‌ಬಾಕ್ಸ್ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಗೇರ್‌ಗಳ ಬಳಕೆಯ ಮೂಲಕ ಸಾಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಸರಣ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಆಪ್ಟಿಮೈಸ್ಡ್ ವೇಗಗಳು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಜನರೇಟರ್‌ನ ಅಗತ್ಯತೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಜೋಡಿಸುತ್ತವೆ. ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ರೋಟರ್ ತಿರುಗಿದಾಗ, ಈ ಗೇರ್‌ಬಾಕ್ಸ್ ಸೆಟಪ್ ಮೂಲಕ ಜನರೇಟರ್‌ಗೆ ಅದರ ಚಲನೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಜನರೇಟರ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳು ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತವೆ, 100 KW ನಿಂದ 36 MW ವರೆಗೆ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿವೆ, ಕಡಲಾಚೆಯ ಅನ್ವಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಉಪಸ್ಥಿತಿಯೊಂದಿಗೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ, ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಗಮನಾರ್ಹವಾದ 10 MW ಸಾಮರ್ಥ್ಯದೊಂದಿಗೆ ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವ ಮೂಲಕ ಗಡಿಗಳನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ರೋಟರ್ ಶಾಫ್ಟ್, ಕಮಿ ಆಗಿ ಹೈ-ಸ್ಪೀಡ್ ಅಶಾ ದೋನ್ಹಿ ವಿಭಾಗಾಂಚಾ ಸಮಾವೇಶ ಕರ್ನ, ಗಿಆರ್‌ಬಾಕ್ಸ್‌ಶಿ ಕ್ಲಿಷ್ಟಪಣೆ ಜೊಡಲೆಲಾ ಆಸತೊ. ಹಾ ಗಿಆರ್‌ಬಾಕ್ಸ್ 30 ತೆ 60 ಆರ್‌ಪಿಇಂಚ್ಯಾ ತುಲನೆನೆ ಮಂದ ರೋಟೇಶನ್ ಗತಿಲಾ 1000 ತೆ 1800 ಆರ್‌ಪಿಇಂಚ್ಯಾ ಖೂಪ್ ಉಚ್ಚ ಶ್ರೇಣಿಮಧ್ಯೆ ಬದಲಪ್ಪಾತ ಮಹತ್ವಾಚಿ ಭೂಮಿಕಾ ಬಜಾವತೊ. ಹೆ ರೂಪಾಂತರಣ ಗಿಆರ್‌ಬಾಕ್ಸ್‌ಚ್ಯಾ ವಾಪರಾದ್ವಾರೆ ಪೂರ್ಣ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಊರ್ಜಾ ಸಂಪ್ರೇಷಣ ಯಂತ್ರಣಾ ಮ್ಹಣೂನ್ ಕಾಮ ಕರ್ತೆ. ಹೆ ಆಪ್ಟಿಮೈಸ್ಡ್ ಕೆಲೆಲೆ ವೆಗ್ ವೀಜ್ ನಿರ್ಮಿತಿ ಸಾಥಿ ಜನರೇಟರ್‌ಚ್ಯಾ ಆವಶ್ಯಕತೆಸಹ ಸರ್ವಾತ ಪ್ರಭಾವಿಪಣೆ ಸಂರಕ್ಷಿತ ಕರ್ತಾತ.

ಜೆವ್ಹಾ ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ರೋಟರ್ ಫಿರತೊ, ತೆವ್ಹಾ ತೆ ಯಾ ಗಿಆರ್‌ಬಾಕ್ಸ್ ಸೆಟ್‌ಅಪ್‌ದ್ವಾರೆ ಜನರೇಟರ್‌ಲಾ ತ್ಯಾಚಿ ಗತಿ ದೆತೆ, ಜ್ಯಾಮುळे ಜನರೇಟರ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಊರ್ಜಾ ನಿರ್ಮಾಣ ಕರ್ಪ್ಯಾಸ ಸಕ್ಸಮ ಹೊತೆ. ಪವನ್ ಟರ್ಬೈನ್ಸ್ ವಿವಿಧ ಆಕಾರಾತ ಯೆತಾತ, 100 KW ತೆ 36 MW ಇತಕ್ಯಾ ಮೊಠ್ಯಾ ಪ್ರಮಾಣಾತ, ಆಫ್‌ಶೋರ್ ಆಪ್ಲಿಕೇಶನ್‌ಸಮಧ್ಯೆ ತ್ಯಾಂಚಿ ಪ್ರಮುಖ್ ಉಪಸ್ಥಿತಿ ಆಸತೆ. ಸಧ್ಯಾ, ಅಭಿಯಂತೆ ಉಲ್ಲೇಖನೀಯ 10 ಮೆಗಾವಾಟ್ ಕ್ಷಮತೆಚ್ಯಾ ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ಚಿ ರಚನಾ ಕರ್ನ ಸೀಮಾರೇಷಾಹಿ ಪುಡೆ ಢಕಲತ ಆಹೆತ.

Components of Wind Power Plant

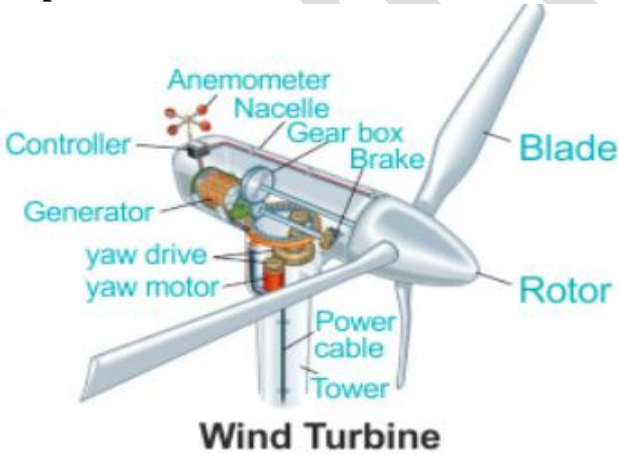


Figure 1.6: Construction and Working of Windmill

Wind turbine components encompass a range of specialized parts and functions, each contributing to the efficient generation of electricity. Figure 1.6 shows basic construction and working of a windmill.

1. Blades: Typically constructed from fiberglass or balsa wood, most wind turbines are equipped with either two or three blades.

2. Rotor: This comprises the blades and the hub, working together to spin the rotor. The rotor is connected to a shaft, which transfers the torque it generates to the gearbox.

It also facilitates pitch regulation to optimize power output and control, and its speed can vary to maximize aerodynamic efficiency.

3. Pitch Mechanism: Adjusts the blade angles to steer them out of the wind, controlling rotor speed and preventing rotation in excessively high or low winds that cannot generate electricity effectively.

4. Brake: A braking system, which can be applied aerodynamically, electrically, or hydraulically, is employed in emergencies to halt the rotor. It serves to shut down the turbine if strong winds threaten the turbine's internal components.

5. Low-Speed Shaft: The rotor imparts motion to the low-speed shaft, rotating at around 15 to 30 rpm. This shaft is connected to the gearbox, which links it to the high-speed shaft and increases rotational speeds from 15-30 rpm to approximately 1000-1800 rpm, the speed required by most generators to produce electricity. This gearbox is a substantial and costly component of wind turbines.

6. Generator: Typically, an induction generator, it produces 50-cycle AC electricity.

7. Controller: Initiates the turbine at wind speeds ranging from about 8 to 16 mph and deactivates it around 55 mph to protect against potential damage.

8. Anemometer: Measures wind speed and conveys this data to the controller. The controller then adjusts the turbine's direction, pitch, and yaw to optimize energy capture.

9. Wind Vane: Monitors wind direction and communicates with the yaw drive, ensuring the turbine aligns itself correctly with the prevailing wind.

10. Nacelle: Positioned at the top of the tower, it houses critical components, including the gearbox, low- and high-speed shafts, generator, controller, and brake. Essentially, it functions as the protective enclosure for the machinery that converts wind power into electrical energy.

11. High-Speed Shaft: This drives the generator.

12. Yaw Drive and Yaw Motor: In upwind turbines, the yaw drive, powered by the yaw motor, maintains the rotor's orientation into the wind as wind direction changes. Downwind turbines do not require a yaw drive, as the wind naturally aligns the rotor downwind.

13. Tower: Typically constructed from tubular steel, concrete, or steel lattice, the tower's height plays a crucial role. Taller towers allow turbines to capture more wind energy at greater heights, enhancing electricity generation efficiency.

ಪವನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದ ಘಟಕಗಳು

ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್ ಘಟಕಗಳು ವಿಶೇಷವಾದ ಭಾಗಗಳು ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಸಮರ್ಥ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 1.6 ವಿಂಡ್‌ಮೂಲ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ಕೆಲಸವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

1.ಬ್ಲೇಡ್‌ಗಳು: ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಫೈಬರ್‌ಗ್ಲಾಸ್ ಅಥವಾ ಬಾಲ್ಯಾ ಮರದಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾಳಿ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳು ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ಬ್ಲೇಡ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

2.ರೋಟರ್: ಇದು ಬ್ಲೇಡ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಹಬ್ ಅನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ, ರೋಟರ್ ಅನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ರೋಟರ್ ಅನ್ನು ಶಾಫ್ಟ್ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ, ಅದು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತದೆ ಗೇರ್ ಬಾಕ್ಸ್. ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿಸಲು ಪಿಚ್ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಾಯುಬಲವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಅದರ ವೇಗವು ಬದಲಾಗಬಹುದು.

3.ಪಿಚ್ ಮೆಕ್ಯಾನಿಸಂ: ಬ್ಲೇಡ್ ಕೋನಗಳನ್ನು ಗಾಳಿಯಿಂದ ಹೊರಹಾಕಲು ಹೊಂದಿಸುತ್ತದೆ, ರೋಟರ್ ವೇಗವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ಅತಿಯಾದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತದೆ.

4. ಬ್ರೇಕ್: ರೋಟರ್ ಅನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ತುರ್ತು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಾಯುಬಲವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ, ವಿದ್ಯುತ್ ಅಥವಾ ಹೈಡ್ರಾಲಿಕ್ ಆಗಿ ಅನ್ವಯಿಸಬಹುದಾದ ಬ್ರೇಕಿಂಗ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ ಅನ್ನು

ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬಲವಾದ ಗಾಳಿಯು ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ಆಂತರಿಕ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಬೆದರಿಸಿದರೆ ಟರ್ಬೈನ್ ಅನ್ನು ಮುಚ್ಚಲು ಇದು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

5. ಕಡಿಮೆ-ವೇಗದ ಶಾಫ್ಟ್: ರೋಟರ್ ಕಡಿಮೆ-ವೇಗದ ಶಾಫ್ಟ್ ಚಲನೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ, ಸುಮಾರು 15 ರಿಂದ 30 ಆರ್ಪಿಎಮ್‌ನಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಫ್ಟ್ ಗೇರ್‌ಬಾಕ್ಸ್‌ಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದೆ, ಇದು ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದ ಶಾಫ್ಟ್‌ಗೆ ಲಿಂಕ್ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ತಿರುಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವನ್ನು 15-30 ಆರ್ಪಿಎಂನಿಂದ ಸರಿಸುಮಾರು 1000-1800 ಆರ್ಪಿಎಂಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಿರುವ ವೇಗ. ಈ ಗೇರ್‌ಬಾಕ್ಸ್ ಗಾಳಿ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳ ಗಣನೀಯ ಮತ್ತು ದುಬಾರಿ ಅಂಶವಾಗಿದೆ.

6. ಜನರೇಟರ್: ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ, ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಜನರೇಟರ್, ಇದು 50-ಸೈಕಲ್ ಎಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ.

7. ನಿಯಂತ್ರಕ: ಸುಮಾರು 8 ರಿಂದ 16 mph ವರೆಗಿನ ಗಾಳಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಅನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸಂಭಾವ್ಯ ಹಾನಿಯಿಂದ ರಕ್ಷಿಸಲು ಸುಮಾರು 55 mph ಅನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

8. ಎನಿಮೋಮೀಟರ್: ಗಾಳಿಯ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಡೇಟಾವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಕಕ್ಕೆ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ನಂತರ ನಿಯಂತ್ರಕವು ಶಕ್ತಿಯ ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವಿಕೆಯನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿಸಲು ಟರ್ಬೈನ್‌ನ ದಿಕ್ಕು, ಪಿಚ್, ಮತ್ತು ಯಾವ ಅನ್ನು ಸರಿಹೊಂದಿಸುತ್ತದೆ.

9. ವಿಂಡ್ ವೇನ್: ಗಾಳಿಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಯಾವ ಡ್ರೈವ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಸಂವಹನ ನಡೆಸುತ್ತದೆ, ಟರ್ಬೈನ್ ಚಾಲ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಜೋಡಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

10. Nacelle: ಗೋಪುರದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ, ಇದು ಗೇರ್‌ಬಾಕ್ಸ್, ಕಡಿಮೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದ ಶಾಫ್ಟ್‌ಗಳು, ಜನರೇಟರ್, ನಿಯಂತ್ರಕ ಮತ್ತು ಬ್ರೇಕ್ ಸೇರಿದಂತೆ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ, ಇದು ಪವನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ರಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಆವರಣವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

11. ಹೈ-ಸ್ಪೀಡ್ ಶಾಫ್ಟ್: ಇದು ಜನರೇಟರ್ ಅನ್ನು ಚಾಲನೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

12. ಯಾವ್ ಡ್ರೈವ್ ಮತ್ತು ಯಾವ್ ಮೋಟಾರ್: ಅಪ್‌ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಯಾವ್ ಮೋಟಾರ್‌ನಿಂದ ಚಾಲಿತವಾದ ಯಾವ್ ಡ್ರೈವ್, ಗಾಳಿಯ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾದಂತೆ ಗಾಳಿಯೊಳಗೆ ರೋಟರ್‌ನ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಡೌನ್‌ವಿಂಡ್ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳಿಗೆ ಯಾವ್ ಡ್ರೈವ್ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ ಗಾಳಿಯು ರೋಟರ್ ಡೌನ್‌ವಿಂಡ್ ಅನ್ನು ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಜೋಡಿಸುತ್ತದೆ.

13. ಗೋಪುರ: ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೊಳವೆಯಾಕಾರದ ಉಕ್ಕು, ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ಅಥವಾ ಉಕ್ಕಿನ ಲ್ಯಾಟಿಸ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ, ಗೋಪುರದ ಎತ್ತರವು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಎತ್ತರದ ಗೋಪುರಗಳು ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಗಾಳಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ.

पवन ऊर्जा संयंत्राचे घटक

विंड टर्बाइन घटकांमध्ये विशिष्ट भाग आणि कार्ये यांचा समावेश होतो, प्रत्येक वीज कार्यक्षम निर्मितीमध्ये योगदान देते. आकृती 1.6 पवनचक्कीचे मूलभूत बांधकाम आणि काम दाखवते.

1. ब्लेड्स: सामान्यतः फायबरग्लास किंवा बाल्सा लाकडापासून बनवलेले, बहुतेक पवन टर्बाइन दोन किंवा तीन ब्लेडने सुसज्ज असतात.

2. **रोटर:** यामध्ये ब्लेड आणि हब यांचा समावेश होतो, रोटर फिरवण्यासाठी एकत्र काम करतात. रोटर शाफ्टला जोडलेला असतो, जो तो निर्माण करतो तो टॉर्क हस्तांतरित करतो गिअरबॉक्स. हे पॉवर आउटपुट आणि नियंत्रण ऑप्टिमाइझ करण्यासाठी खेळपट्टीचे नियमन देखील सुलभ करते आणि वायुगतिकीय कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी त्याचा वेग बदलू शकतो.
3. **पिच मेकॅनिझम:** ब्लेडचे कोन त्यांना वाऱ्यापासून दूर ठेवण्यासाठी समायोजित करते, रोटरचा वेग नियंत्रित करते आणि प्रभावीपणे वीज निर्माण करू शकत नाही अशा जास्त किंवा कमी वाऱ्यांमध्ये रोटेशन रोखते.
4. **ब्रेक:** एक ब्रेकिंग सिस्टीम, जी एरोडायनॅमिकली, इलेक्ट्रिकली किंवा हायड्रॉलिकली लागू केली जाऊ शकते, ती आपत्कालीन परिस्थितीत रोटरला थांबवण्यासाठी वापरली जाते. जोरदार वाऱ्यामुळे टर्बाइनच्या अंतर्गत घटकांना धोका असल्यास ते टर्बाइन बंद करण्याचे काम करते.
5. **लो-स्पीड शाफ्ट:** रोटर कमी-स्पीड शाफ्टला गती देतो, सुमारे 15 ते 30 rpm वर फिरतो. हा शाफ्ट गिअरबॉक्सशी जोडलेला असतो, जो त्यास हाय-स्पीड शाफ्टशी जोडतो आणि रोटेशनल स्पीड 15-30 rpm वरून अंदाजे 1000-1800 rpm पर्यंत वाढवतो, बहुतेक जनरेटरना वीज निर्मितीसाठी आवश्यक असलेला वेग. हा गिअरबॉक्स पवन टर्बाइनचा एक महत्त्वपूर्ण आणि महाग घटक आहे.
6. **जनरेटर:** सामान्यतः, एक इंडक्शन जनरेटर, तो 50-सायकल एसी वीज तयार करतो.
7. **कंट्रोलर:** सुमारे 8 ते 16 मैल प्रतितास वाऱ्याच्या वेगाने टर्बाइन सुरू करतो आणि संभाव्य नुकसानापासून संरक्षण करण्यासाठी सुमारे 55 mph वेगाने निष्क्रिय करतो.
8. **अॅनिमोमीटर:** वाऱ्याचा वेग मोजतो आणि हा डेटा कंट्रोलरला पोहोचवतो. कंट्रोलर नंतर ऊर्जा कॅप्चर ऑप्टिमाइझ करण्यासाठी टर्बाइनची दिशा, पिच आणि जांभई समायोजित करतो.
9. **विंड वेन:** वाऱ्याच्या दिशेवर लक्ष ठेवते आणि याव ड्राइव्हशी संवाद साधते, टर्बाइन स्वतःला प्रचलित वाऱ्याशी योग्यरित्या संरेखित करते याची खात्री करते.
10. **Nacelle:** टॉवरच्या शीर्षस्थानी स्थित, यात गिअरबॉक्स, लो- आणि हाय-स्पीड शाफ्ट, जनरेटर, कंट्रोलर आणि ब्रेक यासह गंभीर घटक आहेत. मूलतः, ते पवन ऊर्जेला विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतरित करणाऱ्या यंत्रसामग्रीसाठी संरक्षणात्मक आवरण म्हणून कार्य करते.
11. **हाय-स्पीड शाफ्ट:** हे जनरेटर चालवते.
12. **याव ड्राइव्ह आणि याव मोटर:** अपविंड टर्बाइनमध्ये, याव मोटरद्वारे चालविलेली याव ड्राइव्ह, वाऱ्याची दिशा बदलत असताना रोटरची वाऱ्याकडे दिशा राखते. डाउनविंड टर्बाइनला जांभईची आवश्यकता नसते, कारण वारा नैसर्गिकरित्या रोटरला डाउनविंड संरेखित करतो.
13. **टॉवर:** सामान्यतः ट्यूबलर स्टील, कॉक्रीट किंवा स्टीलच्या जाळीपासून बांधलेले, टॉवरची उंची महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. उंच टॉवर टर्बाइनला अधिक उंचीवर अधिक पवन ऊर्जा कॅप्चर करण्यास परवानगी देतात, ज्यामुळे वीज निर्मिती कार्यक्षमता वाढते.

1.3 DC Circuits

1.3.1 Ohm's law

Ohm's law serves as a fundamental principle describing the connection between electric current and potential difference. It asserts that in most conductors, the current passing through them is directly related to the applied voltage. Specifically, Ohm's law states that as long as physical conditions and temperatures remain consistent, the voltage across a conductor is directly proportional to the current flowing through it.

This current-voltage relationship is expressed mathematically as:

$$V = IR$$

In this equation, 'V' represents voltage, 'I' stands for current, and 'R' denotes resistance. Resistance is the constant of proportionality in this context, measured in ohms and symbolized by the Greek letter omega (Ω).

1.3.1 ಓಮ್ಮ ನಿಯಮ

ಓಮ್ಮ ನಿಯಮವು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ಸಂಭಾವ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ನಡುವಿನ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಮೂಲಭೂತ ತತ್ವವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಪ್ರವಾಹವು ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್ಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ ಎಂದು ಅದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಭೌತಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಉಳಿಯುವವರೆಗೆ, ವಾಹಕದ ಮೇಲಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅದರ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಓಮ್ಮ ಕಾನೂನು ಹೇಳುತ್ತದೆ.

ಈ ಪ್ರಸ್ತುತ-ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಗಣಿತದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ:

$$V = IR$$

ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ, 'V' ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ, 'I' ಎಂದರೆ ಪ್ರಸ್ತುತ, ಮತ್ತು 'R' ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿರೋಧವು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅನುಪಾತದ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಇದನ್ನು ಓಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಒಮೆಗಾ (Ω) ಎಂಬ ಗ್ರೀಕ್ ಅಕ್ಷರದಿಂದ ಸಂಕೇತಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

Table 1: Sample $V=IR$ circuit & calculations



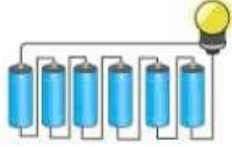


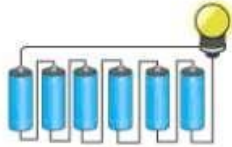
Circuit diagram	Battery voltage	Total resistance	Current
	3 V	6 Ω	0.5 A
	6 V	6 Ω	1 A
	9 V	6 Ω	1.5 A
	3 V	12 Ω	0.25 A
	6 V	12 Ω	0.5 A
	9 V	12 Ω	0.75 A

Table 1 above shows sample calculations for Ohm's Law.

वरील सारणी 1 ओहमच्या कायद्यासाठी नमुना गणना दर्शविते.

ಮೇಲಿನ ಕೋಷ್ಟಕ 1 ಓಮ್ಸ್ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಮಾದರಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

१.३.१ ओमचा नियम

विद्युत प्रवाह आणि संभाव्य फरक यांच्यातील कनेक्शनचे वर्णन करणारा ओमचा नियम मूलभूत तत्त्व म्हणून काम करतो. हे असे प्रतिपादन करते की बहुतेक कंडक्टरमध्ये, त्यांच्यामधून जाणारा विद्युत् प्रवाह थेट लागू

व्होल्टेजशी संबंधित असतो. विशेषतः, ओमचा नियम सांगतो की जोपर्यंत भौतिक परिस्थिती आणि तापमान एकसमान राहतात, कंडक्टरमधील व्होल्टेज हे त्यामधून वाहणाऱ्या विद्युत् प्रवाहाच्या थेट प्रमाणात असते. हे वर्तमान-व्होल्टेज संबंध गणितीय पद्धतीने व्यक्त केले जाते:

$$V = IR$$

या समीकरणात, 'V' व्होल्टेज दर्शवितो, 'I' म्हणजे विद्युत् प्रवाह, आणि 'R' हा प्रतिकार दर्शवतो. प्रतिकार हा या संदर्भात समानुपातिकतेचा स्थिरांक आहे, जो ओममध्ये मोजला जातो आणि ग्रीक अक्षर ओमेगा (Ω) द्वारे चिन्हांकित केला जातो.

1.3.2 Kirchhoff's laws

Gustav Kirchhoff formulated a set of principles governing the preservation of electrical current and energy within circuits, collectively referred to as Kirchhoff's Voltage Law (KVL) and Kirchhoff's Current Law (KCL).

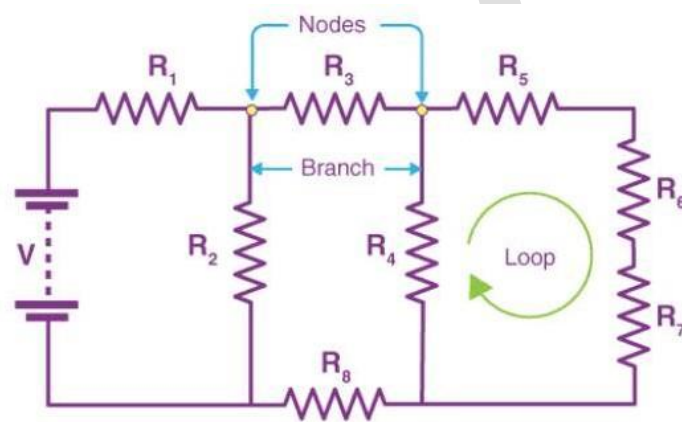


Figure 1.7 Nodes, branches & branches in a circuit

- Kirchhoff's Current Law, also known as Kirchhoff's First Law or the Junction Rule, stipulates that the total current entering a junction within an electrical circuit is equal to the total current exiting that junction.
- Kirchhoff's Voltage Law, also referred to as Kirchhoff's Second Law or the Loop Rule, asserts that the sum of voltages encountered around a closed loop in a circuit is equal to zero.

Kirchhoff's First Law or Kirchhoff's Current Law

The total current entering a junction or a node is equal to the charge leaving the node as no charge is lost.

In the figure 1.8, the `s I_1 , I_2 and I_3 entering the node is considered positive, likewise, the currents I_4 and I_5 exiting the nodes is considered negative in values.

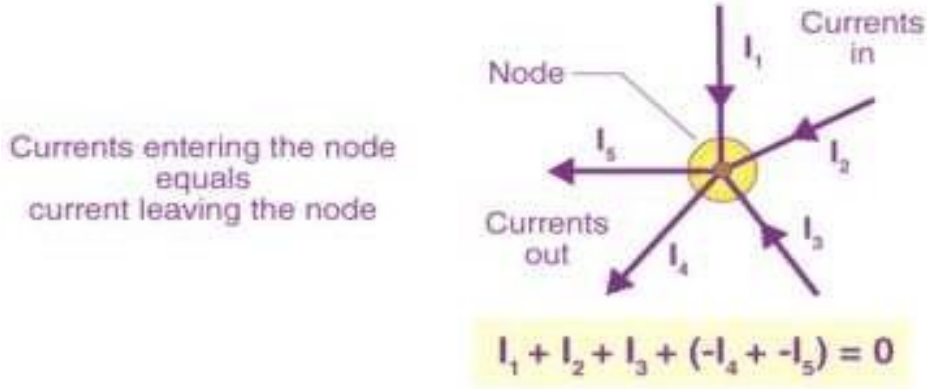


Figure 1.8 Branch Currents at the Node=0

This property of Kirchhoff law is commonly called Conservation of charge wherein,
 $I(\text{exit}) + I(\text{enter}) = 0$.

Kirchhoff's Second Law or Kirchhoff's Voltage Law

The voltage around a loop equals the sum of every voltage drop in the same loop for any closed network and equals zero.

When you begin at any point of the loop and continue in the same direction, note the voltage drops in all the negative or positive directions and returns to the same point. It is essential to maintain the direction either counterclockwise or clockwise; otherwise, the final voltage value will not be zero. Figure 1.9 shows a loop ABCDA.

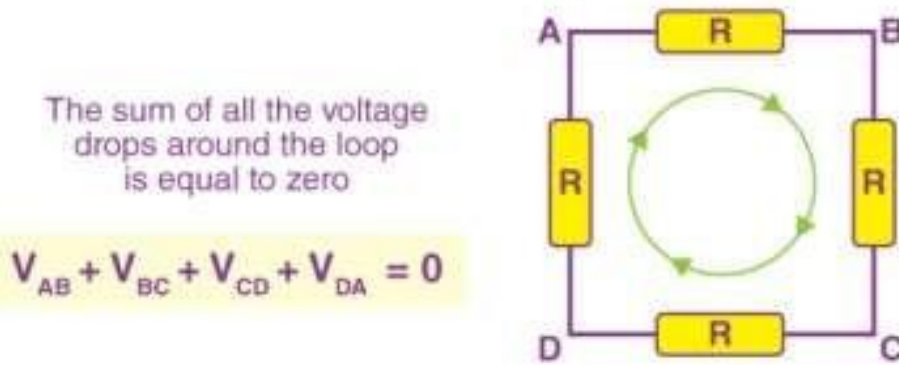


Figure 1.9 Loop Voltage in the loop ABCDA

This property of Kirchhoff's law is called conservation of energy.

1.3.2 ಕಿರ್ಚಾಫ್ ಕಾನೂನುಗಳು

ಗುಸ್ತಾವ್ ಕಿರ್ಚಾಫ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ಸಂರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ತತ್ವಗಳ ಗುಂಪನ್ನು ರೂಪಿಸಿದರು, ಇದನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಕಿರ್ಚಾಫ್ಸ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಲಾ (ಕೆವಿಎಲ್) ಮತ್ತು ಕಿರ್ಚಾಫ್ಸ್ ಕರೆಂಟ್ ಲಾ (ಕೆಸಿಎಲ್) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

• ಕಿರ್ಚಾಫ್‌ನ ಮೊದಲ ನಿಯಮ ಅಥವಾ ಜಂಕ್ಷನ್ ನಿಯಮ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಕಿರ್ಚಾಫ್‌ನ ಪ್ರಸ್ತುತ ಕಾನೂನು, ವಿದ್ಯುತ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನೊಳಗೆ ಜಂಕ್ಷನ್‌ಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಪ್ರವಾಹವು ಆ

ಜಂಕ್ಷನ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

• Kirchhoff ನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ನಿಯಮವು, Kirchhoff ನ ಎರಡನೇ ನಿಯಮ ಅಥವಾ ಲೂಪ್ ನಿಯಮ ಎಂದು ಕೂಡ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ, ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಿದ ಲೂಪ್ ಸುತ್ತಲೂ ಎದುರಾಗುವ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳ ಮೊತ್ತವು ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆ.

ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ಮೊದಲ ಕಾನೂನು ಅಥವಾ ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ಪ್ರಸ್ತುತ ಕಾನೂನು

ಜಂಕ್ಷನ್ ಅಥವಾ ನೋಡ್ ಅನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಕರೆಂಟ್ ಯಾವುದೇ ಚಾರ್ಜ್ ಕಳೆದುಹೋಗದ ಕಾರಣ ನೋಡ್‌ನಿಂದ ಹೊರಡುವ ಚಾರ್ಜ್‌ಗೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 1.8 ರಲ್ಲಿ, ನೋಡ್‌ಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ I_1 , I_2 ಮತ್ತು I_3 ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಧನಾತ್ಮಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಹಾಗೆಯೇ, ನೋಡ್‌ಗಳಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ I_4 ಮತ್ತು I_5 ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ಕಾನೂನಿನ ಈ ಆಸ್ತಿಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕನ್ಸರ್ವೇಶನ್ ಆಫ್ ಚಾರ್ಜ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ,

$$I(\text{ನಿರ್ಗಮನ}) + I(\text{ನಮೂದಿಸಿ}) = 0.$$

ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ಎರಡನೇ ನಿಯಮ ಅಥವಾ ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಕಾನೂನು

ಲೂಪ್ ಸುತ್ತಲಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಯಾವುದೇ ಮುಚ್ಚಿದ ನೆಟ್‌ವರ್ಕ್‌ಗೆ ಅದೇ ಲೂಪ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಡ್ರಾಪ್‌ನ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ನೀವು ಲೂಪ್‌ನ ಯಾವುದೇ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತು ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿದಾಗ, ಎಲ್ಲಾ ಋಣಾತ್ಮಕ ಅಥವಾ ಧನಾತ್ಮಕ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದೇ ಹಂತಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ದಿಕ್ಕನ್ನು ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾಕಾರವಾಗಿ ಅಥವಾ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾಕಾರವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ; ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಅಂತಿಮ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮೌಲ್ಯವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಚಿತ್ರ 1.9 ಎಬಿಸಿಡಿಎ ಲೂಪ್ ಅನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

1.3.2 ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ಕಾಯದ

ಗುಸ್ತಾವ ಕಿರ್ಚ್ಫ್ ಯಾನ್‌ನಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ವಿಧ್ಯುತ ಪ್ರವಾಹ ಆಗಿ ಉಚಿತ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ತತ್ವಾಂಶ ಒಂದು ಸಂಚಿತ ಕಾಯದ, ಜ್ಯಾಲಾ ಒಂದು ಸಂಚಿತ ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ಡ್ರಾಪ್ ಕಾಯದ (KVL) ಆಗಿ ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ವರ್ತಮಾನ ಕಾಯದ (KCL) ಅಸೆ ಖಗತಾತ.

- ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ವರ್ತಮಾನ ಕಾಯದ, ಜ್ಯಾಲಾ ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ಫಿಲಾ ಕಾಯದ ಕಿಂವಾ ಜಂಕ್ಷನ್ ನಿಯಮ ಖಗುನಹಿ ಒಡಖಲೆ ಜಾತೆ, ಅಸೆ ನಮೂದ ಕರತೆ ಕಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಜಂಕ್ಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶ ಕರಣಾರಾ ಒಕುಣ ಪ್ರವಾಹ ತ್ಯಾ ಜಂಕ್ಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಾಹೆರ ಪಡಣಾನ್ಯಾ ಒಕುಣ ಕರೆಂಟ್‌ನ ಬರೊಬರಿಚಾ ಅಸತೊ.
- ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ಡ್ರಾಪ್ ಕಾಯದ, ಜ್ಯಾಲಾ ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ಡುಸರಾ ಕಾಯದ ಕಿಂವಾ ಲೂಪ್ ನಿಯಮ ಅಸೆಹಿ ಸಂಬೊಧಲೆ ಜಾತೆ, ಅಸೆ ಪ್ರತಿಪಾದನ ಕರತೆ ಕಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಂದ ಲೂಪ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಲೆಲ್ಯಾ ಡ್ರಾಪ್‌ನ ಬೆರಿಜ್ ಶೂನ್ಯ ಅಸತೆ.

ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ಫಿಲಾ ಕಾಯದ ಕಿಂವಾ ಕಿರ್ಚ್ಫ್‌ನ ವರ್ತಮಾನ ಕಾಯದ

ಜಂಕ್ಷನ್ ಕಿಂವಾ ನೊಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶ ಕರಣಾರಿ ಒಕುಣ ವಿಧ್ಯುತ ಪ್ರವಾಹ ನೊಡ್ ಸೊಡಲ್ಯಾ ಜಾಣಾನ್ಯಾ ಶುಲ್ಕಾಐತಕಾ ಅಸತೊ ಕಾರಣ ಕೊಣತೆಹಿ ಶುಲ್ಕ ಗಮಾವಲೆ ಜಾತೆ ನಾಹಿ.

ಆಕೃತಿ 1.8 ಮಧ್ಯೆ, ನೊಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶ ಕರಣಾರೆ ಪ್ರವಾಹ I_1 , I_2 ಆಗಿ I_3 ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ಮಾನಲೆ ಜಾತಾತ, ತ್ಯಾಚಪ್ರಮಾಣೆ, ನೊಡ್‌ನಲ್ಲಿ

बाहेर पडणारे I_4 आणि I_5 प्रवाह मानले जातात.

मूल्यांमध्ये नकारात्मक.

किर्चहॉफ कायद्याच्या या मालमत्तेला सामान्यतः शुल्क संवर्धन असे म्हणतात ज्यामध्ये,

$$I(\text{exit}) + I(\text{enter}) = 0.$$

किर्चोफचा दुसरा कायदा किंवा किर्चहॉफचा व्होल्टेज कायदा

लूपभोवतीचा व्होल्टेज कोणत्याही बंद नेटवर्कसाठी समान लूपमधील प्रत्येक व्होल्टेज ड्रॉपच्या बेरजेशी आणि शून्याच्या बरोबरीचा असतो.

जेव्हा तुम्ही लूपच्या कोणत्याही बिंदूपासून सुरुवात करता आणि त्याच दिशेने चालू ठेवता, तेव्हा सर्व नकारात्मक किंवा सकारात्मक दिशांमध्ये व्होल्टेजचे थेंबे लक्षात घ्या आणि त्याच बिंदूकडे परत जा. घड्याळाच्या उलट दिशेने किंवा घड्याळाच्या दिशेने दिशा राखणे आवश्यक आहे; अन्यथा, अंतिम व्होल्टेज मूल्य शून्य होणार नाही. आकृती 1.9 ABCDA लूप दाखवते.

1.3.3 Series and Parallel Circuits

In a series circuit, all components are connected in a sequential manner, allowing the same electrical current to pass through each one. Essentially, there's only one pathway for the current to follow.

On the other hand, in a parallel circuit, the electric current has multiple routes it can take. Components within a parallel circuit are interconnected in a way that ensures a consistent voltage is maintained across all of them. Figure 1.10 below shows series and Parallel circuits.

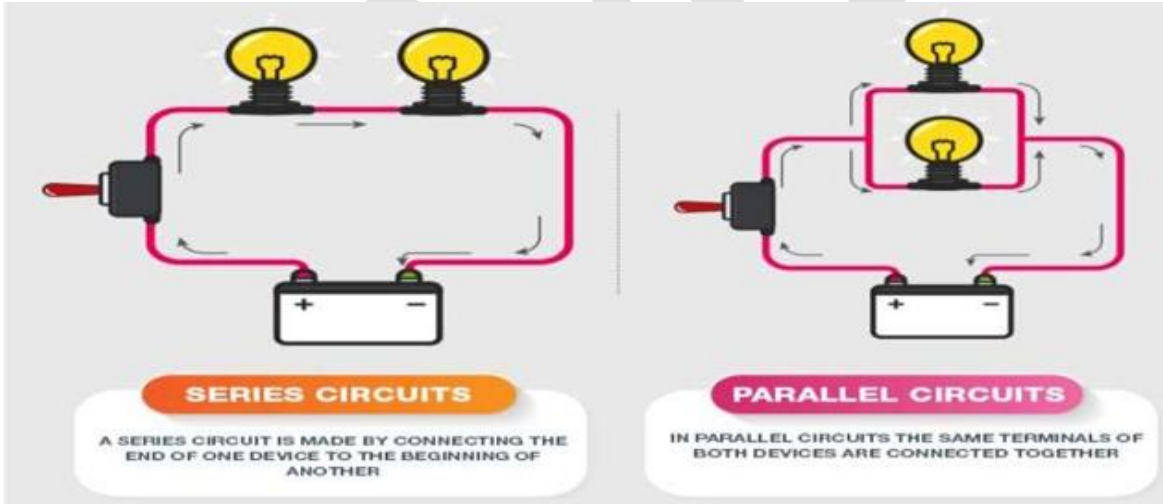


Figure 1.10 Series and Parallel Circuits

सरणी ಮತ್ತು समानान्तर संक्युटगळु

सरणी संक्युटगळुनल्लि, एल्ला षुठकगळुनु अणुकुणु रीतियल्लि संपर्कसलुगिदु, षुतियुणुदर मुलक उणुदु विदुयुत षुवुकवणुनु कलदुहुणुगलु अणुवु मुलकुकुणुदुदु. मुलभुणुतवुगि, षुसुत अणुसरिसलु कलवल उणुदु मुगुगविदु.

मुतुणुणुदुदुदु, समानान्तर संक्युटगळुल्लि, विदुयुत षुवुकवणु अणुकु मुगुगळुनु तगुदुकुणुनुदुदु. समानान्तर संक्युटगळुनुणुगुगुणु षुठकगळु षुरसुवर संपर्क हुणुणुदुदु, अणुगळुलुदरलुलु सुवरवद षुणुणुणुणु अणुनु नुवुगुसुवुदणुनु खणुतषुदुसुतुदु.

ಶೂಗಳ ಸರಣಿ ಮತ್ತು ಸಮಾನಾಂತರ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳ ಕೆಳಗೆ ಚಿತ್ರ 1.10.

मालिका आणि समांतर सर्किट्स

मालिका सर्किटमध्ये, सर्व घटक अनुक्रमिक पद्धतीने जोडलेले असतात, ज्यामुळे प्रत्येक भागातून समान विद्युत प्रवाह जातो. मूलतः, विद्युत् प्रवाहासाठी फक्त एक मार्ग आहे.

दुसरीकडे, समांतर सर्किटमध्ये, विद्युत प्रवाहाला अनेक मार्ग आहेत जे ते घेऊ शकतात. समांतर सर्किटमधील घटक अशा प्रकारे एकमेकांशी जोडलेले असतात की त्या सर्वांमध्ये एकसंध व्होल्टेज राखला जातो.

आकृती 1.10 शूज मालिका आणि समांतर सर्किट.

Ohm's Law Practice Problems

1. What is the voltage if a resistance of 25 Ω produces a current of 250 amperes?

Solution:

$$V = I \times R \quad V = (250) (25) \quad V = 6250 \text{ Volts}$$

2. What is the current produced by a voltage of 240 V through a resistance of 0.2 Ω ?

Solution:

$$I = V \div R \quad I = (240) \div (0.2) \quad I = 1200 \text{ Amps}$$

3. What voltage is necessary to produce a current of 200 amperes through a resistance of 100 Ω ?

Solution:

$$V = I \times R \quad V = (200) (100) \quad V = 20,000 \text{ Volts}$$

4. What is the current produced by a 9-V battery flowing through a resistance of 200 Ω ?

Solution:

$$I = V \div R \quad I = (9) \div (200) \quad I = 0.05 \text{ Amps}$$

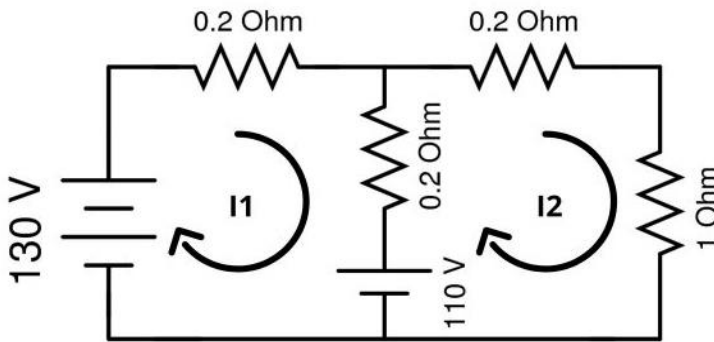
5. What resistance would produce a current of 200 amps with a voltage of 2,000 V?

Solution:

$$R = V \div I \quad R = (2000) \div (200) \quad R = 10 \text{ Ohms } (\Omega)$$

Kirchoff's Laws' Practice Problems

1. Find the current flowing through 1 Ω resistance by using Kirchoff's voltage law / Mesh analysis.



Solution:

For Mesh 1

$$130 - 0.2I_1 - 0.2I_1 + 0.2I_2 - 110 = 0$$

$$-0.4I_1 + 0.2I_2 = -20 \dots\dots (1)$$

For Mesh 2

$$-I_2 + 110 - 0.2I_2 + 0.2I_1 - 0.2I_2 = 0$$

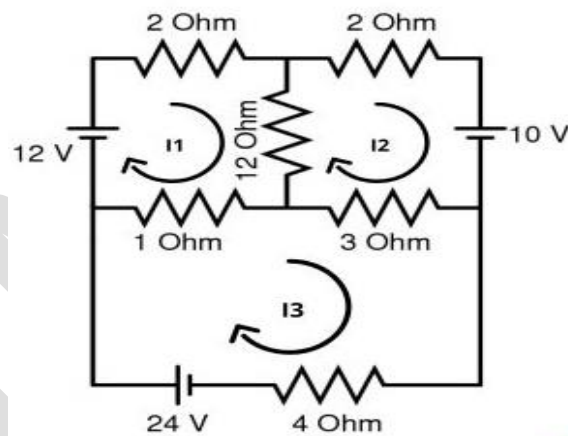
$$0.2I_1 - 1.4I_2 = -110 \dots\dots (2)$$

$$I_1 = 96.1538A(\text{clockwise})$$

$$I_2 = 92.3076A(\text{clockwise})$$

\therefore current flowing through $1\ \Omega$ resistor is $92.3076\ A$ (clockwise).

2. By using Kirchhoff's voltage law (KVL) / Mesh analysis find the current flowing through a $4\ \Omega$ resistor.

**Solution:**

For Mesh 1:

$$12 - 2I_1 - 12(I_1 - I_2) - (I_1 - I_3) = 0$$

$$-15I_1 + 12I_2 + I_3 = -12 \dots\dots (1)$$

For Mesh 2:

$$-10 - 3(I_2 - I_3) - 12(I_2 - I_1) - 2I_2 = 0$$

$$12I_1 - 17I_2 + 3I_3 = 10 \dots\dots (2)$$

For Mesh 3:

$$24 - (I_3 - I_1) - 3(I_3 - I_2) - 4I_3 = 0$$

$$I_1 + 3I_2 - 8I_3 = -24 \dots\dots (3)$$

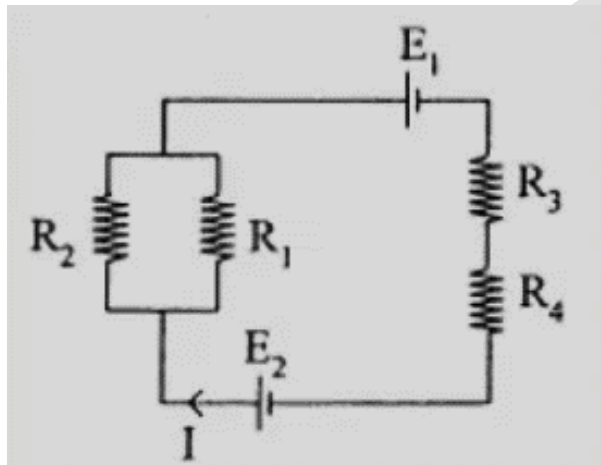
$$I_1 = 2.7198A(\text{clockwise})$$

$$I_2 = 2.05722A(\text{clockwise})$$

$$I_3 = 4.1114A(\text{clockwise})$$

\therefore current flowing through $4\ \Omega$ resistor is $I_3 = 4.1114A(\text{clockwise})$

3. An electric circuit consists of four resistors, $R_1 = 12\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 3\ \Omega$ and $R_4 = 6\ \Omega$, and are connected with a source of emf $E_1 = 6\ \text{V}$, $E_2 = 12\ \text{V}$. Determine the electric current flows in the circuit as shown in the figure below.



Solution:

Resistor 1 (R_1) and resistor 2 (R_2) are connected in parallel. The equivalent resistor:

$$1/R_{12} = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/12 + 1/12 = 2/12$$

$$R_{12} = 12/2 = 6\ \Omega$$

In this solution, the direction of the current is the same as the direction of clockwise rotation.

$$-I R_{12} - E_1 - I R_3 - I R_4 + E_2 = 0$$

$$-6I - 6 - 3I - 6I + 12 = 0$$

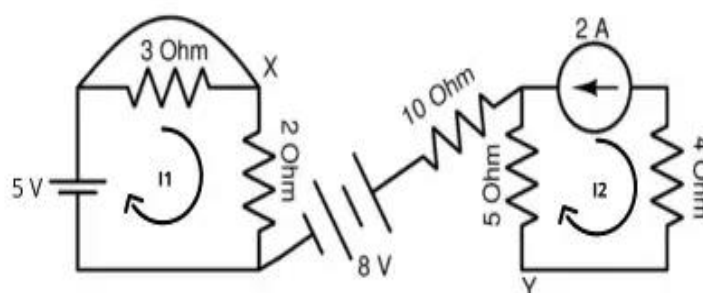
$$-6I - 3I - 6I = 6 - 12$$

$$-15I = -6$$

$$I = -6/-15$$

$$I = 2/5\ \text{A}$$

4. Find potential difference V_{XY} for given network.



Solution:

For Mesh 1 –

$$5 - 2I_1 = 0$$

$$I_1 = 2.5A$$

For Mesh 2 –

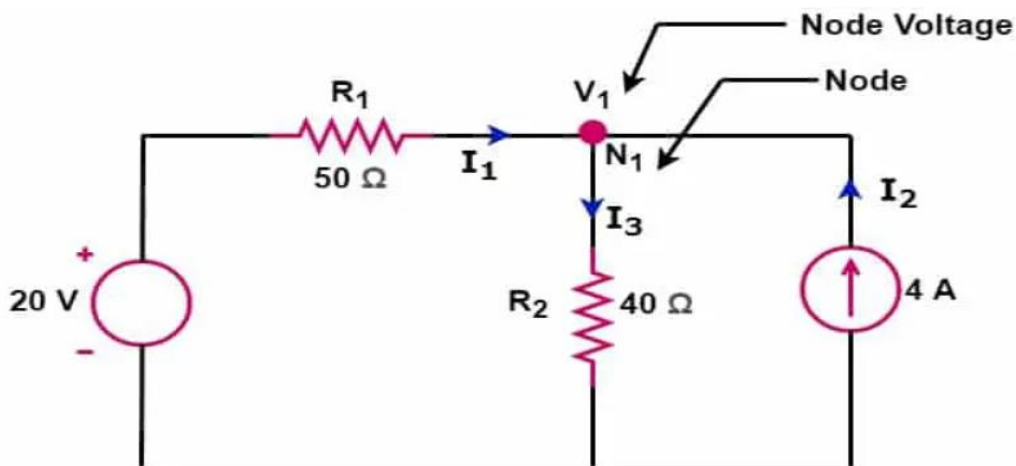
$$I_2 = -2A$$

For Path X to Y

$$V_x - 2I_1 + 8 + 5I_2 - V_y = 0$$

$$V_x - V_y = V_{xy} = 7V$$

5. In the below-given diagram, find the current through R1 and R2 resistance using KCL.

**Solution:**

KCL at node N1

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad \text{---(1)}$$

The voltage at node N1 is V1, the magnitude of I1 and I2 can be determined as below;

$$I_1 = (20 - V_1)/50 \quad \text{---(2)}$$

$$I_2 = 4A \quad \text{---(3)}$$

And,

$$I_3 = V_1/40 \quad \text{---(4)}$$

Putting the value of I1, I2 and I3 in equation (1), we get

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$(20 - V_1)/50 + 4 - V_1/40 = 0$$

$$4(20 - V_1) + 800 - 5V_1 = 0$$

$$80 - 4V_1 + 800 - 5V_1 = 0$$

$$9V_1 = 880$$

$$V_1 = 97.78 \text{ Volts} \text{ ————— (5)}$$

Current through Resistance R1

$$I_1 = (20 - V_1)/50$$

$$I_1 = (20 - 97.78)/50$$

$$= -77.78/50$$

$$I_1 = -1.5556 \text{ A}$$

(The negative sign shows that magnitude of voltage at the node V1 is greater than voltage source)

Current through Resistance R2

$$I_3 = V_1/40 = 97.78/40 = 2.4445 \text{ A}$$

$I_1 + I_2 = I_3$ (KCL Equation for this circuit)

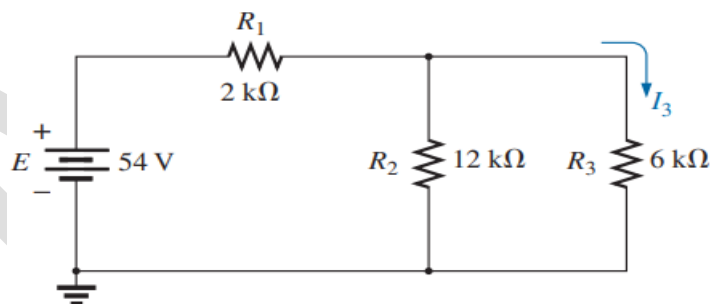
$$-1.5556 + 4 = 2.4445$$

$$4 = 2.4445 + 1.5556$$

$$4 = 4 \text{ [KCL proved]}$$

Series & Parallel Circuits Practice Problems

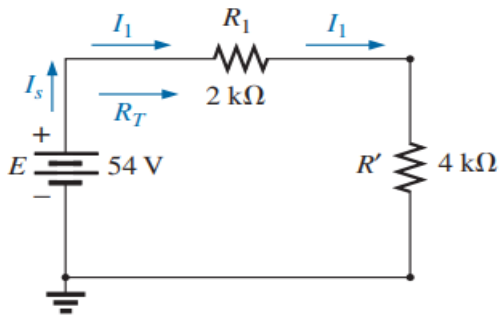
1. Find current I_3 for the series-parallel network in Fig shown below



Solution:

Checking for series and parallel elements, we find that resistors R_2 and R_3 are in parallel. Their total resistance is

$$R' = R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(12 \text{ k}\Omega)(6 \text{ k}\Omega)}{12 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 4 \text{ k}\Omega$$



Resistors R_1 and R' are then in series, resulting in a total resistance of

$$R_T = R_1 + R' = 2 \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega = 6 \text{ k}\Omega$$

The source current is then determined using Ohm's law:

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{54 \text{ V}}{6 \text{ k}\Omega} = 9 \text{ mA}$$

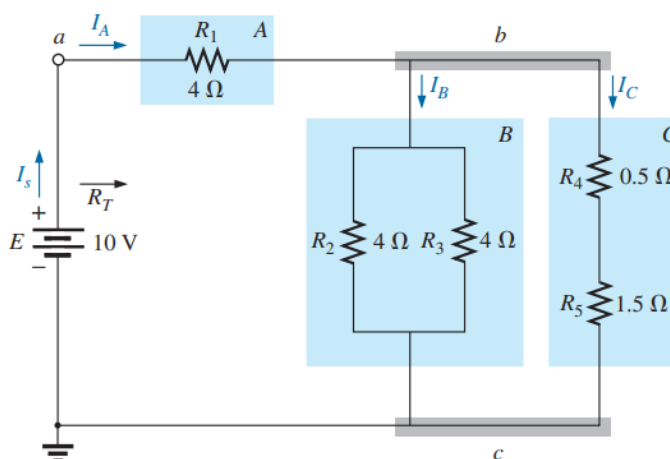
since R_1 and R' are in series, they have the same current I
The result is

$$I_1 = I_s = 9 \text{ mA}$$

Returning to the main circuit, we find that I_1 is the total current entering the parallel combination of R_2 and R_3 . Applying the current divider rule results in the desired current:

$$I_3 = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) I_1 = \left(\frac{12 \text{ k}\Omega}{12 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} \right) 9 \text{ mA} = 6 \text{ mA}$$

2. Determine all the currents and voltages of the network in Fig below



Solution: Blocks A, B, and C have the same relative position, but the internal components are different. Note that blocks B and C are still in parallel and block A is in series with the parallel combination. First, reduce each block into a single element and proceed

In this case:

$$A: R_A = 4 \Omega$$

$$B: R_B = R_2 \parallel R_3 = R_{2\parallel 3} = \frac{R}{N} = \frac{4 \Omega}{2} = 2 \Omega$$

$$C: R_C = R_4 + R_5 = R_{4,5} = 0.5 \Omega + 1.5 \Omega = 2 \Omega$$

Blocks *B* and *C* are still in parallel, and

$$R_{B\parallel C} = \frac{R}{N} = \frac{2 \Omega}{2} = 1 \Omega$$

with

$$R_T = R_A + R_{B\parallel C} \quad \text{(Note the similarity between this equation and that obtained for Example 7.1.)}$$

$$= 4 \Omega + 1 \Omega = 5 \Omega$$

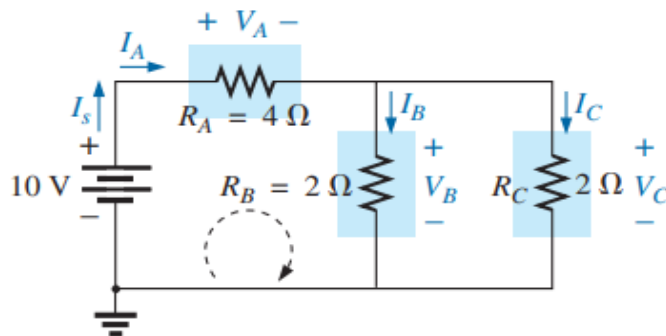
and

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{10 \text{ V}}{5 \Omega} = 2 \text{ A}$$

R4 & R5 being in series: $\Omega + 0.5\Omega = 2\Omega$

R2 & R3 in parallel: $\frac{(4 \times 4)}{(4+4)} = 2\Omega$

Hence, the circuit reduces to



$$I_A = I_s = 2 \text{ A}$$

and

$$I_B = I_C = \frac{I_A}{2} = \frac{I_s}{2} = \frac{2 \text{ A}}{2} = 1 \text{ A}$$

Returning to the network in Fig. 7.10, we have

$$I_{R_2} = I_{R_3} = \frac{I_B}{2} = 0.5 \text{ A}$$

The voltages V_A , V_B , and V_C from either figure are

$$V_A = I_A R_A = (2 \text{ A})(4 \Omega) = 8 \text{ V}$$

$$V_B = I_B R_B = (1 \text{ A})(2 \Omega) = 2 \text{ V}$$

$$V_C = V_B = 2 \text{ V}$$

3. A $16.0\text{-}\Omega$ and a $20.0\text{-}\Omega$ resistor are connected in parallel. A difference in potential of 40.0 V is applied to the combination.
- Compute the equivalent resistance of the parallel circuit.
 - What is the total current in the circuit?
 - What is the current in the $16.0\text{-}\Omega$ resistor?

Solution:

- Equivalent Resistance = $8.89\ \Omega$
- Total current in the circuit = 4.50 A
- Current in the $16.0\text{-}\Omega$ resistor = 2.50 A

4. Connect a $120.0\text{-}\Omega$ resistor, a $60.0\text{-}\Omega$ resistor, and a $40.0\text{-}\Omega$ resistor in parallel across a 12.0-V battery.
- What is the equivalent resistance of the parallel circuit?
 - What is the current through the entire circuit?
 - What is the current through each branch of the circuit?

Solution:

- Equivalent Resistance = $20\ \Omega$
- Total current in the circuit = 0.6 A
- Current in the $120.0\text{-}\Omega$ resistor = 0.1 A
- Current in the $60.0\text{-}\Omega$ resistor = 0.2 A
- Current in the $40.0\text{-}\Omega$ resistor = 0.3 A

5. Three resistors of $3.3\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, and $3.9\text{ k}\Omega$ are connected in series across a 12-V battery.
- What is the equivalent resistance?
 - What is the current through the resistors?
 - Find the total potential difference across the three resistors.

Solution:

- Equivalent Resistance = $11.9\text{ k}\Omega$
- Current through the resistors = 1 mA
- Potential difference across the three resistors = $\Delta V = 3.3\text{ V} + 4.7\text{ V} + 3.9\text{ V} = 11.9\text{ V}$

Module-2

2.1 A.C. Fundamentals: Equation of AC Voltage and current, waveform, time period, frequency, amplitude, phase, phase difference, average value, RMS value, form factor, peak factor. (Only definitions) Voltage and current relationship with phasor diagrams in R, L, and C circuits. Concept of Impedance. Analysis of R-L, R-C, R-L-C Series circuits. Active power, reactive power and apparent power. Concept of power factor. (Simple Numerical).

2.2 Three Phase Circuits: Generation of Three phase AC quantity, advantages and limitations; star and delta connection, relationship between line and phase quantities (excluding proof)

2.1 A.C. Fundamentals

2.1.1 Equation of AC Voltage and current

From dynamically induced EMF,
we know that $e = Blv \sin \theta$

Where

B = Flux Density of magnetic field (Wb/m^2)

l = Active length of the conductor (mtr)

v = Velocity of rotation of conductor (m/s)

$e = E_m \sin \theta = E_m \sin \omega t = E_m \sin 2\pi f t$ similarly

$i = I_m \sin \theta = I_m \sin \omega t = I_m \sin 2\pi f t$

2.1.2 Waveform & Terminologies

- 1. Instantaneous value:** - The instantaneous value of a waveform is its amplitude at a specific point in time, offering a momentary snapshot of the signal's magnitude.

ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೌಲ್ಯ: - ತರಂಗರೂಪದ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೌಲ್ಯವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೈಶಾಲ್ಯವಾಗಿದೆ, ಇದು ಸಂಕೇತದ ಪರಿಮಾಣದ ಕ್ಷಣಿಕ ಸ್ಕ್ಯಾಪ್‌ಶಾಟ್ ಅನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಮೂಲ: - ವೆಹ್‌ಫಾರ್ಮ್‌ನ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಮೂಲ ಮೌಲ್ಯವು ವಿಶಿಷ್ಟ ವೇಗದ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು, ಸಿಗ್ನಲ್‌ನ ವಿಶಾಲತೆಗೆ ಕ್ಷಣಿಕ ಸ್ಪಷ್ಟತೆ ಪ್ರದಾನ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

- 2. Cycle:-** A cycle in a waveform signifies a full oscillation, encompassing both positive and negative values. For instance, in a sinusoidal wave, a single cycle encompasses one complete set of positive and negative peaks. This cycle corresponds to a 360-degree angular measure, representing a full revolution of the wave's phase.

ಚಕ್ರ: - ಅಲೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಚಕ್ರವು ಪೂರ್ಣ ಆಂದೋಲನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಧನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ಋಣಾತ್ಮಕ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೈನುಸಾಯ್ಡಲ್ ತರಂಗದಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಚಕ್ರವು ಧನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ಋಣಾತ್ಮಕ ಶಿಖರಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಗುಂಪನ್ನು ಒಳಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಚಕ್ರವು 360 ಡಿಗ್ರಿಗಳಿಗೆ ಅನುರೂಪವಾಗಿದೆ.

सायकल: - वेहफॉर्ममधील एक चक्र संपूर्ण दोलन दर्शवते, ज्यामध्ये सकारात्मक आणि नकारात्मक दोन्ही मूल्ये समाविष्ट असतात. उदाहरणार्थ, सायनसॉइडल वेहमध्ये, एका चक्रामध्ये सकारात्मक आणि नकारात्मक शिखरांचा एक संपूर्ण संच असतो. हे चक्र 360-डिग्रीशी संबंधित आहे.

3. **Time Period:** - The time taken to complete one cycle of an alternating quantity is called time period. The time period is denoted by T.

कालावधि: - पय्याय पयिमाणद डुंदु डक्यवनुु पुरणगुलुसलु तुरुदुकुलुसलु सडुडुवनुु कालावधि डुंदु करुडुलुगुतुदु. कालावधुडुनुु T नुडु सुडुसलुगुतुदु.

वेळ कालावधी: - पर्यायी परिमाणाचे एक चक्र पूर्ण करण्यासाठी लागणाऱ्या वेळेला कालखंड म्हणतात. कालावधी T द्वारे दर्शविला जातो.

4. **Frequency:** - denoted as 'f' and measured in hertz (Hz), represents the quantity of complete cycles an alternating signal completes in one second. In the SI system, frequency is expressed in hertz (Hz), where one hertz corresponds to one cycle per second, indicating the number of cycles completed within each second.

डवतुडन: - 'f' डुंदु सुडुसलुगुतुदु डुतु डुडुसु (Hz) नलुडु अलुडुलुगुतुदु, डुदु डुंदु सुरुकुडुनलुडु पय्याय सुरुकुतुवु पुरणगुलुसलु सडुडुडु डक्यगुलु पुरडुणवनुु पुरतुनडुडुतुदु. SI वुडुसुडुडुडु, डवतुडनवनुु डुडुसु (Hz) नलुडु वुडुकुडुडुसलुगुतुदु, अलुडु डुंदु डुडुसु पुरतु सुरुकुडुगु डुंदु डक्यकुडु अनुडुडुवगुडु, डुदु पुरतु सुरुकुडुनलुडु पुरणगुलुडु डक्यगुलु सडुडुडुडु सुडुसलुगुतुदु.

वारंवारता: - 'f' म्हणून दर्शविले जाते आणि हर्ट्झ (Hz) मध्ये मोजले जाते, एक पर्यायी सिग्नल एका सेकंदात पूर्ण हुणारे पूर्ण चक्रांचे प्रमाण दर्शवते. SI प्रणालीमध्ये, वारंवारता हर्ट्झ (Hz) मध्ये व्यक्त केली जाते, जिथे एक हर्ट्झ प्रति सेकंद एक चक्राशी संबंधित असतो, प्रत्येक सेकंदात पूर्ण डुलुलुडु चक्रांची संखुडुा दर्शवते.

5. **Peak Value:-** The maximum value of the sin wave's positive cycle or negative cycle.

गुरुडुडु डुडुलुडु:- डुडु तुरुडुगुदु डुनडुतुकु डक्य अडुडुवडु डुणडुतुकु डक्यदु गुरुडुडु डुडुलुडु.

डुडु डुडुलुडु:- डुडु लहुरुडुडु सकारात्मक चक्र कुडुवडु डुण चक्राचे कडुलु डुलुडु.

6. **Phase:** - Phase refers to the position of a waveform at a specific fraction of its time period and is typically expressed in angles or radians. It can also represent the relative displacement between corresponding features (like peaks or zero crossings) in two waveforms with the same frequency, offering insights into their synchronization or relative timing.

ಹಂತ: - ಹಂತವು ಅದರ ಕಾಲಾವಧಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತರಂಗರೂಪದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೋನಗಳು ಅಥವಾ ರೇಡಿಯನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಒಂದೇ ಅವರ್ತನದೊಂದಿಗೆ ಎರಡು ತರಂಗರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಗುಣವಾದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳ ನಡುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸ್ಥಳಾಂತರವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸಬಹುದು (ಶಿಖರಗಳು ಅಥವಾ ಶೂನ್ಯ ದಾಟುವಿಕೆಗಳು) ಅವುಗಳ ಸಿಂಕ್ರೊನೈಸೇಶನ್ ಅಥವಾ ಸಂಬಂಧಿತ ಸಮಯದ ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಫೇಜ್: - ಫೇಜ್ ಮುಂಚೆ ವೆಕ್ಟರ್‌ಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ತ್ಯಾಚ್ಯಾ ಕಾಲಾವಧಿಚ್ಯಾ ವಿಶಿಷ್ಟ ಅಂಶಾಕರ ಅಸತೆ ಆಣಿ ಸಾಮಾನ್ಯತ: ಕೊನ ಕಿವಾ ರೆಡಿಯನ್‌ಮಧ್ಯೆ ವ್ಯಕ್ತ ಕೆಲಿ ಜಾತೆ. ಹೆ ಸಮಾನ್ ವಾರಂವಾರತಾ ಅಸಲೆಲ್ಯಾ ದೊನ್ ವೆಕ್ಟರ್‌ಗಳಮಧ್ಯೆ ಸಂಬಂಧಿತ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಾಂಧಿಲ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಿಸ್ಥಾಪನ ದೆಖಿಲ ದರ್ಶವು ಶಕತೆ (ಜಸೆ ಕಿ ಶಿಖರ ಕಿವಾ ಶೂನ್ಯ ಕ್ರಾಸ್ಸಿಂಗ) ತ್ಯಾಚ್ಯಾ ಸಮಕ್ರಮಣ ಕಿವಾ ಸಾಪೇಕ್ಷ ವೆಲೆತ ಅಂತರ್ದೃಶಿ ಆಫರ ಕರತೆ.

- 7. Phase difference:-** The phase difference is the difference, between two waves is having the same frequency and referenced to the same point in time. It is expressed in degrees or radians.

ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ:- ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿದೆ, ಎರಡು ತರಂಗಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಒಂದೇ ತರಂಗಾಂತರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸಮಯಕ್ಕೆ ಒಂದೇ ಬಿಂದುವನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಡಿಗ್ರಿ ಅಥವಾ ರೇಡಿಯನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಫೇಜ್ ಡಿಫರೆನ್ಸ್:- ಫೇಜ್ ಡಿಫರೆನ್ಸ್ ಹಾ ಫರಕ ಆಹೆ, ದೊನ್ ಲಹರಿಂಮಧ್ಯೆ ಸಮಾನ್ ವಾರಂವಾರತಾ ಅಸತೆ ಆಣಿ ವೆಲೆತ ಏಕಾಚ ಬಿಡ್ವಾ ಸಂದರ್ಭ ಅಸತೊ. ಹೆ ಅಂಶ ಕಿವಾ ರೆಡಿಯನ್‌ಮಧ್ಯೆ ವ್ಯಕ್ತ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ.

- 8. Average value:** - The arithmetical average of all the instantaneous values of an alternating quantity over one cycle is known as the "Average Value of Alternating Quantity".

$$\text{Average Value} = \frac{\text{Sum of all instantaneous value over one cycle}}{\text{Number of Instances}}$$

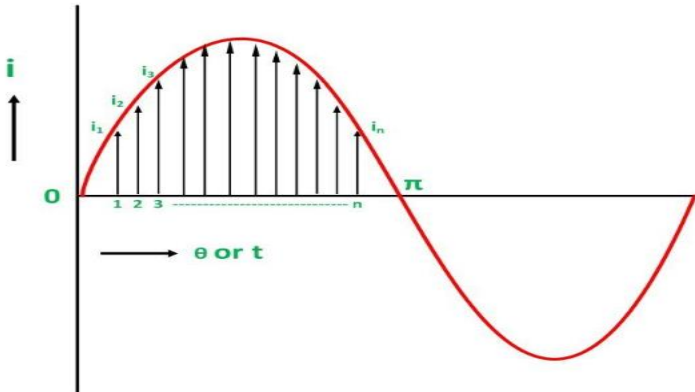


Figure 2.1 One cycle of Alternating Current wave

Let i_1, i_2, i_3, \dots in be the mid ordinates (considering figure 2.1)

The Average value of current I_{av} = mean of the mid ordinates

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n}{n}$$

ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯ: - ಒಂದು ಚಕ್ರದ ಮೇಲೆ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಎಲ್ಲಾ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೌಲ್ಯಗಳ ಅಂಕಗಣಿತದ ಸರಾಸರಿಯನ್ನು "ಆಲ್ಟರ್ನೇಟಿಂಗ್ ಕ್ವಾಂಟಿಟಿಯ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯ" ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\text{ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯ} = \frac{\text{ಒಂದು ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೌಲ್ಯದ ಮೊತ್ತ}}{\text{ನಿದರ್ಶನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

i_1, i_2, i_3, \dots ಮಧ್ಯದ ಆರ್ಡಿನ್ಯೇಟ್‌ಗಳಾಗಿರಲಿ (ಚಿತ್ರ 2.1 ಅನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ)

ಪ್ರಸ್ತುತ I_{av} ನ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯ = ಮಧ್ಯದ ಆರ್ಡಿನ್ಯೇಟ್‌ಗಳ ಸರಾಸರಿ

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n}{n}$$

ಸರಾಸರಿ ಮೂಲ: - ಒಂದು ಚಕ್ರದ ಮೇಲೆ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಎಲ್ಲಾ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೂಲಗಳ ಅಂಕಗಣಿತದ ಸರಾಸರಿ "ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಸರಾಸರಿ ಮೂಲ" ಮಹಣುನ್ ಆಠಖಲಿ ಜಾತೆ.

$$\text{ಸರಾಸರಿ ಮೂಲ} = \frac{\text{ಒಂದು ಚಕ್ರದ ಮೇಲೆ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಎಲ್ಲಾ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೂಲಗಳ ಮೊತ್ತ}}{\text{ಪ್ರಕರಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

i_1, i_2, i_3, \dots ಮಧ್ಯೆ ಆರ್ಡಿನ್ಯೇಟ್ ಅಸು ಘಾ (ಆಕೃತಿ 2.1 ಲಕ್ಷಾತ ಘೆತಾ)

ವರ್ತಮಾನ್ I_{av} ಚೆ ಸರಾಸರಿ ಮೂಲ = ಮಧ್ಯ ನಿರ್ದೇಶಾಕಾಚೆ ಸರಾಸರಿ

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n}{n}$$

9. R.M.S Value: -The term "R.M. S or effective value of the alternating current" refers to the consistent flow of current through a resistor with a known resistance for a specific duration. This produces an equal amount of heat as the alternating current does when it flows through the same resistor for the same duration.

R.M.S ಮೌಲ್ಯ:- "R.M. S ಅಥವಾ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹದ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಮೌಲ್ಯ" ಎಂಬ ಪದವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅವಧಿಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಪ್ರತಿರೋಧದೊಂದಿಗೆ ಪ್ರತಿರೋಧಕದ ಮೂಲಕ ಸ್ಥಿರವಾದ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಅದೇ ಅವಧಿಗೆ ಅದೇ ಪ್ರತಿರೋಧಕದ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವಾಗ ಸಮಾನ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಾಖವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ.

R.M.S ಮೂಲ:- "R.M. S ಕಿಂವಾ alternating current ಚೆ ಪ್ರಭಾವಿ ಮೂಲ" ಯಾ ಶಬ್ದಾಚಾ ಅರ್ಥ ಂಖಾಘಾ ವಿಶಿಷ್ಟ ಕಾಲಾವಧಿಠಾಠಿ ಜ್ಞಾತ ಪ್ರತಿಕಾರ ಅಸಲೆಲ್ಯಾ ರೆಝಿಸ್ಟರ್‌ದ್ವಾರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಾಚಾ ಸುಸಂಗತ ಪ್ರವಾಹ ಹೊಯ. ಹೆ ಸಮಾನ ಕಾಲಾವಧಿಠಾಠಿ ಸಮಾನ ರೆಝಿಸ್ಟರ್‌ಮಧುನ್ ವಾಹತೆ ತೆವ್ಹಾ ಪರ್ಯಾಯಿ ಪ್ರವಾಹಾಪ್ರಮಾಣೆ ಸಮಾನ ಪ್ರಮಾಣಾತ ಉಷ್ಣತಾ ನಿರ್ಮಾಣ ಕರತೆ.

10. Peak Value: - The highest point reached by an alternating quantity within a single cycle is referred to as its Peak value. This term is synonymous with the maximum value, amplitude, or crest value of the quantity.

ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯ: - ಒಂದೇ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣದಿಂದ ತಲುಪಿದ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಬಿಂದುವನ್ನು ಅದರ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪದವು ಪರಿಮಾಣದ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯ, ವೈಶಾಲ್ಯ ಅಥವಾ ಕ್ರೆಸ್ಟ್ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾರ್ಥಕವಾಗಿದೆ.

पीक वल्यु: - एका चक्रातील एका पर्यायी परिमाणाने गाठलेल्या सर्वोच्च बिंदूला त्याचे शिखर मूल्य असे संबोधले जाते. हा शब्द प्रमाणाच्या कमाल मूल्य, मोठेपणा किंवा क्रेस्ट मूल्याशी समानार्थी आहे.

11. Peak Factor: - The Peak Factor is a measure defined as the ratio of the maximum value (which can also be termed as the peak value, crest value, or amplitude) of an alternating quantity, whether it's voltage or current, to its R.M.S (Root Mean Square) value.

Mathematically it is expressed as:

$$\text{Peak Factor} = \frac{I_m}{I_{RMS}} \text{ or } \frac{E_m}{E_{RMS}}$$

where,

I_m and E_m are the maximum value of the current and the voltage respectively, and I_{RMS} and E_{RMS} are the roots mean square value of the alternating current and the voltage respectively.

For the current varying sinusoidally, the peak factor is given as:

$$\text{Peak Factor} = \frac{I_m}{I_{RMS}} = \frac{I_m}{I_m/\sqrt{2}} = 1.4142$$

The value of Peak Factor is **1.4142**

पीक फॅक्टर: - पीक फॅक्टर ಎನ್ನುವುದು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅಥವಾ ಕರೆಂಟ್ ಆಗಿರಬಹುದು, ಅದರ R.M.S ಗೆ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯದ (ಇದನ್ನು ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯ, ಕ್ರೆಸ್ಟ್ ಮೌಲ್ಯ ಅಥವಾ ವೈಶಾಲ್ಯ ಎಂದೂ ಕರೆಯಬಹುದು) ಅನುಪಾತವಾಗಿ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ. ರೂಟ್ ಮೀನ್ ಸ್ಕ್ವೇರ್) ಮೌಲ್ಯ. ಗಣಿತದ ಪ್ರಕಾರ ಇದನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$\text{Peak Factor} = \frac{I_m}{I_{RMS}} \text{ or } \frac{E_m}{E_{RMS}}$$

ಎಲ್ಲಿ,

I_m ಮತ್ತು E_m ಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯವಾಗಿದೆ, ಮತ್ತು I_{RMS} ಮತ್ತು E_{RMS} ಮೂಲಗಳು ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ವರ್ಗ ಮೌಲ್ಯ ಮತ್ತು ಕ್ರಮವಾಗಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್.

ಸೈನುಸಾಯ್ಡ್ ಆಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ, ಗರಿಷ್ಠ ಅಂಶವನ್ನು ಹೀಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$\text{Peak Factor} = \frac{I_m}{I_{RMS}} = \frac{I_m}{I_m/\sqrt{2}} = 1.4142$$

पीक फॅक्टरन मूल्यವು **1.4142** ಆಗಿದೆ

पीक फॅक्टर: - पीक फॅक्टर हे एका पर्यायी प्रमाणाच्या कमाल मूल्याचे (ज्याला शिखर मूल्य, क्रेस्ट वल्यु किंवा मोठेपणा देखील म्हटले जाऊ शकते) गुणोत्तर म्हणून परिभाषित केले जाते, मग ते व्होल्टेज असो किंवा वर्तमान, त्याच्या R.M.S (रूट मीन स्क्वेअर) मूल्य.

गणितीयदृष्ट्या ते असे व्यक्त केले जाते:

$$\text{Peak Factor} = \frac{I_m}{I_{RMS}} \text{ or } \frac{E_m}{E_{RMS}}$$

कुठे,

I_m आणि E_m हे अनुक्रमे करंट आणि व्होल्टेजचे कमाल मूल्य आहेत आणि I_{RMS} आणि E_{RMS} हे अनुक्रमे पर्यायी प्रवाह आणि व्होल्टेजचे चौरस मूल्य आहेत.

sinusoidally बदलत्या वर्तमान साठी, पीक घटक दिलेला आहे:

$$\text{Peak Factor} = \frac{I_m}{I_{RMS}} = \frac{I_m}{I_m/\sqrt{2}} = 1.4142$$

पीक फॅक्टरचे मूल्य 1.4142 आहे

12. Form Factor: - The Form Factor is a metric that quantifies the relationship between the root mean square (R.M.S) value and the average value of an alternating quantity, whether it's current or voltage. The average value of the alternating quantities is determined by averaging all the instantaneous values of current and voltage over one complete cycle.

Mathematically, it is expressed as:

$$\text{Form Factor} = \frac{I_{RMS}}{I_{av}} \text{ or } \frac{E_{RMS}}{E_{av}}$$

I_{RMS} and E_{RMS} are the roots mean square values of the current and the voltage respectively, and I_{av} and E_{av} are the average values of the alternating current and the voltage respectively.

For the current varying sinusoidally, the Form Factor is given as:

$$\text{Form Factor} = \frac{I_{RMS}}{I_{av}} = \frac{I_m/\sqrt{2}}{2I_m/\pi} = 1.11$$

The value of Form Factor is 1.11

फॉर्म फॅक्टर: - फॉर्म फॅक्टर ಎಂಬುದು ರೂಟ್ ಮೀನ್ ಸ್ಕ್ವೇರ್ (R.M.S) ಮೌಲ್ಯ ಮತ್ತು ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸುವ ಒಂದು ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಆಗಿದೆ, ಅದು ಪ್ರಸ್ತುತ ಅಥವಾ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಆಗಿರಲಿ. ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಒಂದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಎಲ್ಲಾ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಸರಾಸರಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಗಣಿತದ ಪ್ರಕಾರ, ಇದನ್ನು ಹೀಗೆ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$\text{Form Factor} = \frac{I_{RMS}}{I_{av}} \text{ or } \frac{E_{RMS}}{E_{av}}$$

I_{RMS} ಮತ್ತು E_{RMS} ಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನ ಮೂಲ ಚದರ ಮೌಲ್ಯಗಳಾಗಿವೆ, ಮತ್ತು I_{av} ಮತ್ತು E_{av} ಕ್ರಮವಾಗಿ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯಗಳಾಗಿವೆ.

ಸೈನುಸಾಯ್ಡ್ ಆಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ, ಫॉर्म ಫॅक्टर ಅನ್ನು ಈ ರೀತಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$\text{Form Factor} = \frac{I_{RMS}}{I_{av}} = \frac{I_m / \sqrt{2}}{2I_m / \pi} = 1.11$$

फॉर्म फॅक्टरचे मूल्य 1.11 आढे

फॉर्म फॅक्टर: - फॉर्म फॅक्टर हे एक मेट्रिक आहे जे रूट मीन स्क्वेअर (R.M.S) व्हॅल्यू आणि पर्यायी प्रमाणाचे सरासरी मूल्य, मग ते वर्तमान किंवा व्होल्टेज यांच्यातील संबंधांचे प्रमाण ठरवते. एका पूर्ण चक्रावरील विद्युत् प्रवाह आणि व्होल्टेजच्या सर्व तात्कालिक मूल्यांची सरासरी करून पर्यायी परिमाणांचे सरासरी मूल्य निर्धारित केले जाते. गणितीयदृष्ट्या, ते असे व्यक्त केले जाते:

$$\text{Form Factor} = \frac{I_{RMS}}{I_{av}} \text{ or } \frac{E_{RMS}}{E_{av}}$$

I_{RMS} आणि E_{RMS} ही मूल म्हणजे अनुक्रमे प्रवाह आणि व्होल्टेजची चौरस मूल्ये आहेत आणि I_{av} आणि E_{av} ही अनुक्रमे पर्यायी प्रवाह आणि व्होल्टेजची सरासरी मूल्ये आहेत.

सायनसॉइडली वर्तमान बदलण्यासाठी, फॉर्म फॅक्टर खालीलप्रमाणे दिलेला आहे:

$$\text{Form Factor} = \frac{I_{RMS}}{I_{av}} = \frac{I_m / \sqrt{2}}{2I_m / \pi} = 1.11$$

फॉर्म फॅक्टरचे मूल्य 1.11 आहे

2.1.3 Voltage and current relationship with phasor diagrams in R, L, and C circuits.

i) Resistive Circuit

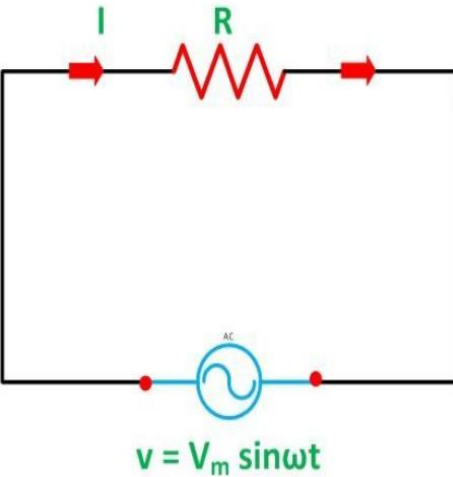


Figure 2.2 Pure Resistive Circuit

In an AC circuit, the relationship between voltage and current is influenced by factors such as the supply frequency, phase angle, and phase difference. However, in an AC resistive circuit, the resistance value of the resistor remains consistent, regardless of the supply frequency.

Consider circuit shown in Figure 2.2

Let the alternating voltage applied across the circuit be given by the equation

$$v = V_m \sin \omega t \quad (1)$$

Then the instantaneous value of current flowing through the resistor shown in the figure below will be:

$$i = \frac{v}{R} = \frac{V_m \sin \omega t}{R} \quad (2)$$

The value of current will be maximum when $\omega t = 90^\circ$ or $\sin \omega t = 1$

Putting the value of $\sin \omega t$ in equation (2) we will get

$$i = I_m \sin \omega t \quad (3)$$

Phase Angle and Waveform of Resistive Circuit

The equations (1) and (3) demonstrate that there is no phase difference between the applied voltage and the current in a purely resistive circuit, resulting in a phase angle of zero degrees. Therefore, in an AC circuit comprising only resistance, the current aligns perfectly with the voltage, as depicted in the waveform figure 2.3 below.

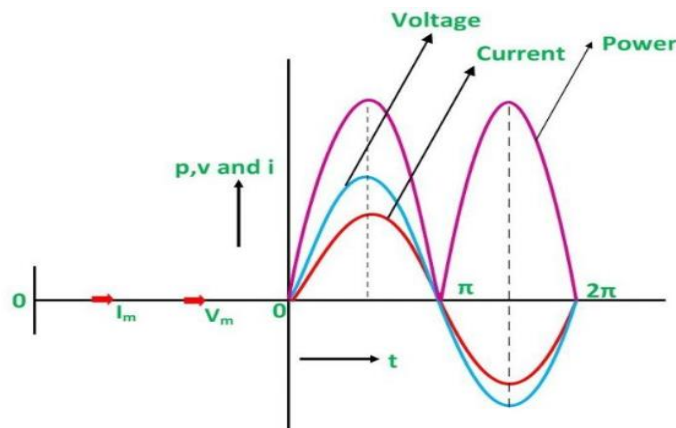


Figure 2.3 Waveform and Phasor Diagram of Pure Resistive Circuit

Power in Pure Resistive Circuit

The instantaneous power in a purely resistive circuit is given by the equation shown below:
Instantaneous power, $p = vi$

$$p = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin \omega t)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin^2 \omega t = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} (1 - \cos 2\omega t)$$

$$p = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos 2\omega t$$

The average power consumed in the circuit over a complete cycle is given by

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos 2\omega t \dots \dots (4)$$

As the value of $\cos 2\omega t$ is zero.

So, putting the value of $\cos 2\omega t$ in equation (4) the value of power will be given by

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} - 0$$

where,

P – average power

$V_{r.m.s}$ – root mean square value of supply voltage

$I_{r.m.s}$ – root mean square value of the current

Hence, the power in a purely resistive circuit is given by:

$$P = VI$$

The voltage and the current in the purely resistive circuit are in phase with each other having no phase difference with phase angle zero. The alternating quantity reaches their peak value at the interval of the same time period that is the rise and fall of the voltage and current occurs at the same time.

ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

ಎಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಕರೆಂಟ್ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವು ಪೂರೈಕೆ ಆವರ್ತನ, ಹಂತದ ಕೋನ ಮತ್ತು ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಂತಹ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಎಸಿ ರೆಸಿಸ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪೂರೈಕೆ ಆವರ್ತನವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸದೆ ಪ್ರತಿರೋಧಕದ ಪ್ರತಿರೋಧ ಮೌಲ್ಯವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಾದ್ಯಂತ ಅನ್ವಯಿಸಲಾದ ಪರ್ಯಾಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡೋಣ

$$v = V_m \sin \omega t \quad (1)$$

ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ರೆಸಿಸ್ಟರ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹದ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಮೌಲ್ಯವು ಹೀಗಿರುತ್ತದೆ:

$$i = \frac{v}{R} = \frac{V_m \sin \omega t}{R} \quad (2)$$

$\omega t = 90^\circ$ ಅಥವಾ $\sin \omega t = 1$ ಆಗಿರುವಾಗ ಪ್ರವಾಹದ ಮೌಲ್ಯವು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಸಿನ್ ωt ನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (2) ಹಾಕಿದರೆ ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$i = I_m \sin \omega t \quad (3)$$

ರೆಸಿಸ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಹಂತದ ಕೋನ ಮತ್ತು ತರಂಗ ರೂಪ

(1) ಮತ್ತು (3) ಸಮೀಕರಣಗಳು ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ನಡುವೆ ಯಾವುದೇ ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ ಎಂದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಹಂತದ ಕೋನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಪ್ರತಿರೋಧಕವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಒಳಗೊಂಡಿರುವ AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಕೆಳಗಿನ ತರಂಗರೂಪದ ಚಿತ್ರ 2.3 ರಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರಸ್ತುತವು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ಯೂರ್ ರೆಸಿಸ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪವರ್

ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ತ್ವರಿತ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ:

ತತ್ಕ್ಷಣದ ಶಕ್ತಿ, $p = vi$

$$p = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin \omega t)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin^2 \omega t = \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} (1 - \cos 2\omega t)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} - \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} \cos 2\omega t$$

ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುವ ಸರಾಸರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ

$$P = \text{average of } \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} - \text{average of } \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} \cos 2\omega t \dots \dots (4)$$

$\cos \omega t$ ನ ಕವಾಟವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುವುದರಿಂದ.

ಆದ್ದರಿಂದ, $\cos \omega t$ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (4) ಹಾಕುವ ಮೂಲಕ ಶಕ್ತಿಯ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} - 0$$

ಎಲ್ಲಿ,

$V_{r.m.s}$ - ಸರಾಸರಿ ಶಕ್ತಿ

$V_{r.m.s}$ - ಪೂರೈಕೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮೂಲ ಸರಾಸರಿ ಚದರ ಮೌಲ್ಯ

$I_{r.m.s}$ - ಪ್ರವಾಹದ ಮೂಲ ಸರಾಸರಿ ಚದರ ಮೌಲ್ಯ

ಆದ್ದರಿಂದ, ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇವರಿಂದ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$P = VI$$

ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ, ಹಂತದ ಕೋನ ಶೂನ್ಯದೊಂದಿಗೆ ಯಾವುದೇ ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಅದೇ ಸಮಯದ ಮಧ್ಯಂತರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನ ಏರಿಕೆ ಮತ್ತು ಕುಸಿತವು ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಕರೆಂಟ್‌ನ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಪುನಃ ಪುನಃ ವಾರಂವಾರತಾ, ಫೇಜ್ ಅಂಗಲ ಮತ್ತು ಫೇಜ್ ಫರಕ ಯಾಸಾರಖ್ಯಾ ಘಟಕಾಂವರ ಪ್ರಭಾವ ಟಾಕತಾತ. ತಥಾಪಿ, AC ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪುನಃ ಪುನಃ ವಾರಂವಾರತಾಕಡೆ ದುರ್ಲಕ್ಷ ಕರ್ನ, ರೆಝಿಸ್ಟರ್‌ನ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಮೂಲಕ ಒಂದೇ ಸಮಾನ ರಾಹತೆ. ಆಕೃತಿ 2.2 ನಲ್ಲಿ ದರ್ಶವಿಲೆಲೆ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ವಿಚಾರಾತ ಘಾ ಸಮೀಕರಣಾಧಾರೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಲಾಗೂ ಹೋಗಾರಾ ಪರ್ಯಾಯಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಘಾ

$$v = V_m \sin \omega t \quad (1)$$

ಮಗ ಖಾಲಿಲ ಆಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ದರ್ಶವಿಲೆಲೆಲೆ ರೆಝಿಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ವಾಹಣಾನ್ಯಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಾಚೆ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಮೂಲಕ ಅಸೆಲ:

$$i = \frac{v}{R} = \frac{V_m \sin \omega t}{R} \quad (2)$$

ಜೆಹಾ $\omega t = 90^\circ$ ಕಿವಾ $\sin \omega t = 1$ ಅಸೆಲ ತೆಹಾ ಪ್ರವಾಹಾಚೆ ಮೂಲಕ ಕಮಾಲ ಅಸೆಲ ಸಮೀಕರಣ (2) ನಲ್ಲಿ $\sin \omega t$ ನ ಮೂಲಕ ಟಾಕಲ್ಯಾಸ ಆಪಲ್ಯಾಲಾ ಮಿಲೆಲ

$$i = I_m \sin \omega t \quad (3)$$

प्रतिरोधक सर्किटचे फेज अँगल आणि वेव्हफॉर्म

समीकरणे (1) आणि (3) दर्शवितात की पूर्णपणे प्रतिरोधक सर्किटमध्ये लागू व्होल्टेज आणि विद्युत् प्रवाह यांच्यात कोणताही टप्पा फरक नाही, परिणामी शून्य अंशाचा फेज कोन होतो. म्हणून, फक्त प्रतिकार असलेल्या AC सर्किटमध्ये, विद्युत् प्रवाह व्होल्टेजशी उत्तम प्रकारे सरिखित होतो, खाली वेव्हफॉर्म आकृती 2.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे

शुद्ध प्रतिरोधक सर्किट मध्ये शक्ती

पूर्णपणे प्रतिरोधक सर्किटमधील तात्काळ शक्ती खाली दर्शविलेल्या समीकरणाद्वारे दिली जाते:
तात्कालिक शक्ती, $p = vi$

$$p = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin \omega t)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin^2 \omega t = \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} (1 - \cos 2\omega t)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} - \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} \cos 2\omega t$$

संपूर्ण चक्रात सर्किटमध्ये वापरलेली सरासरी उर्जा द्वारे दिली जाते

$$P = \text{average of } \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} - \text{average of } \frac{V_m I_m}{\sqrt{2} \sqrt{2}} \cos \omega t \dots \dots (4)$$

कारण $\cos \omega t$ चा झडप शून्य आहे.

तर, $\cos \omega t$ चे मूल्य समीकरणात टाकल्यास (4) शक्तीचे मूल्य दिले जाईल

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} - 0$$

कुठे,

पी - सरासरी शक्ती

$V_{r.m.s}$ - पुरवठा व्होल्टेजचे मूळ वर्ग मूल्य

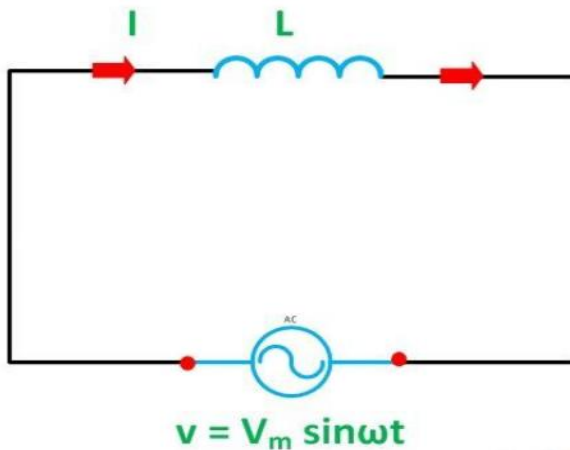
$I_{r.m.s}$ - मूळ म्हणजे वर्तमानाचे चौरस मूल्य

म्हणून, पूर्णपणे प्रतिरोधक सर्किटमधील शक्ती याद्वारे दिली जाते:

$$P = VI$$

पूर्णपणे प्रतिरोधक सर्किटमधील व्होल्टेज आणि करंट एकमेकांच्या टप्प्यात असतात आणि फेज अँगल शून्यासह फेज फरक नसतो. पर्यायी परिमाण त्याच कालावधीच्या अंतराने त्यांच्या सर्वोच्च मूल्यापर्यंत पोहोचते म्हणजे व्होल्टेजचा उदय आणि घट आणि विद्युत् प्रवाह एकाच वेळी होतो.

ii) Pure inductive Circuit



A circuit that exclusively includes inductance (L) and lacks any other components like resistance or capacitance is referred to as a Pure Inductive Circuit. In this configuration, the current lags 90 degrees behind the voltage.

An inductor is a coil that stores electrical energy within a magnetic field when current passes through it. It consists of wire wound into a coil shape. When the current in the inductor changes, a time-varying magnetic field generates an electromotive force (emf)

Figure 2.3 Pure Inductive Circuit

that resists the current flow. The unit of inductance is the Henry, and the resistance to current flow caused by this effect is called inductive reactance. Consider Figure 2.3.

Let the alternating voltage applied to the circuit is given by the equation:

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

As a result, an alternating current i flows through the inductance which induces an emf in it. The equation is shown below:

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

The emf which is induced in the circuit is equal and opposite to the applied voltage. Hence, the equation becomes,

$$v = -e \dots\dots\dots(2)$$

Putting the value of e in equation (2) we will get the equation as

$$v = -\left(-L \frac{di}{dt}\right) \text{ or}$$

$$V_m \sin \omega t = L \frac{di}{dt} \text{ or}$$

$$di = \frac{V_m}{L} \sin \omega t \, dt \dots\dots\dots(3)$$

Integrating both sides of the equation (3), we will get

$$\int di = \int \frac{V_m}{L} \sin \omega t \, dt \quad \text{or}$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L} (-\cos \omega t) \quad \text{or}$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L} \sin(\omega t - \pi/2) = \frac{V_m}{X_L} \sin(\omega t - \pi/2) \dots \dots \dots (4)$$

where, $X_L = \omega L$ is the opposition offered to the flow of alternating current by a pure inductance and is called inductive reactance.

The value of current will be maximum when $\sin(\omega t - \pi/2) = 1$

Therefore,

$$I_m = \frac{V_m}{X_L} \dots \dots \dots (5)$$

Substituting this value in I_m from the equation (5) and putting it in equation (4) we will get

$$i = I_m \sin(\omega t - \pi/2)$$

Phasor Diagram and Power Curve of Inductive Circuit

The current in the pure inductive AC circuit lags the voltage by 90 degrees. The waveform, power curve and phasor diagram of a purely inductive circuit is shown below in Figure 2.4

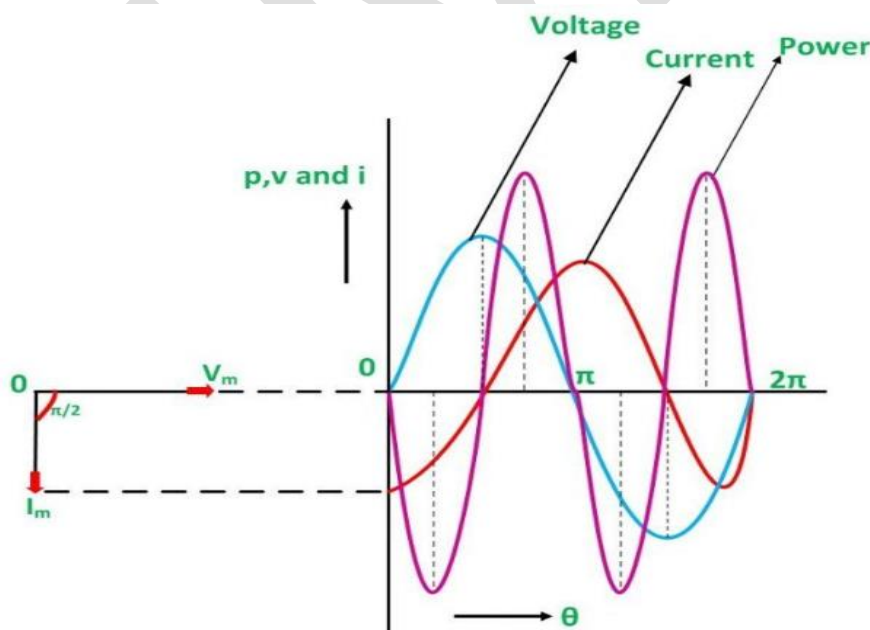


Figure 2.4 Phasor Diagram and Waveform of Pure Inductive Circuit

An inductor is a coil that stores electrical energy within a magnetic field when current passes through it. It consists of wire wound into a coil shape. When the current in the inductor changes, a time-varying magnetic field generates an electromotive force (emf) that resists the current flow. The unit of

inductance is the Henry, and the resistance to current flow caused by this effect is called inductive reactance.

The phasor diagram is also shown on the left-hand side of the waveform where current (I_m) lag voltage (V_m) by an angle of $\pi/2$.

Power in Pure Inductive Circuit

Instantaneous power in the inductive circuit is given by

$$p = vi$$

$$P = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin (\omega t + \pi/2))$$

$$P = V_m I_m \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2\omega t \text{ or}$$

$$P = 0$$

Hence, the average power consumed in a purely inductive circuit is zero.

ಶುದ್ಧ ಅನುಗಮನದ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ (ಎಲ್) ಅನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿರೋಧ ಅಥವಾ ಕೆಪಾಸಿಟನ್ಸ್‌ನಂತಹ ಯಾವುದೇ ಇತರ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರದ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಪ್ಯೂರ್ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಎಂದು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂರಚನೆಯಲ್ಲಿ, ಪ್ರಸ್ತುತವು ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಿಂದ 90 ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟು ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತದೆ.

ಇಂಡಕ್ಟರ್ ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಾಗಿದ್ದು ಅದು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಸುರುಳಿಯ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ಗಾಯವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹವು ಬದಲಾದಾಗ, ಸಮಯ-ಬದಲಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಬಲವನ್ನು (ಇಎಮ್‌ಎಫ್) ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ ಘಟಕವು ಹೆನ್ರಿ, ಮತ್ತು ಈ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವಿಗೆ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ರಿಯಾಕ್ಟನ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.3 ಅನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ.

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಲಾದ ಪರ್ಯಾಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಒಂದು ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹ i ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತದೆ ಅದು ಅದರಲ್ಲಿ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಅನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತದೆ. ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ:

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತವಾದ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಸಮೀಕರಣವು ಆಗುತ್ತದೆ,

$$v = -e \dots \dots \dots (2)$$

e ನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (2) ಹಾಕಿದರೆ ನಾವು ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$v = -\left(-L \frac{di}{dt}\right) \text{ or}$$

$$V_m \sin \omega t = L \frac{di}{dt} \text{ or}$$

$$di = \frac{V_m}{L} \sin \omega t \, dt \dots \dots \dots (3)$$

ಸಮೀಕರಣದ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುವುದು (3), ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$\int di = \int \frac{V_m}{L} \sin \omega t \, dt \text{ or}$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L} (-\cos \omega t) \text{ or}$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L} \sin(\omega t - \pi/2) = \frac{V_m}{X_L} \sin(\omega t - \pi/2) \dots \dots \dots (4)$$

ಇಲ್ಲಿ, $X_L = \omega L$ ಶುದ್ಧ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ಸ್ ಮೂಲಕ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ನೀಡುವ ವಿರೋಧವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ರಿಯಾಕ್ಟಿವ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಿನ್ $(\omega t - \pi/2) = 1$ ಆಗಿರುವಾಗ ಪ್ರವಾಹದ ಮೌಲ್ಯವು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಆದ್ದರಿಂದ,

$$I_m = \frac{V_m}{X_L} \dots \dots \dots (5)$$

ಈ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು I_m ನಲ್ಲಿ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ (5) ಮತ್ತು ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (4) ಹಾಕಿದರೆ ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$i = I_m \sin(\omega t - \pi/2)$$

ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ನ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ಪವರ್ ಕರ್ವ್

ಶುದ್ಧ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಎಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹವು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟು ವಿಳಂಬಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ತರಂಗರೂಪ, ಪವರ್ ಕರ್ವ್

ಮತ್ತು ಫ್ಯಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.4 ರಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ ಇಂಡಕ್ಟರ್ ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಾಗಿದ್ದು ಅದು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಸುರುಳಿಯ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ಗಾಯವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹವು ಬದಲಾದಾಗ, ಸಮಯ-ಬದಲಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಬಲವನ್ನು (ಇಎಮ್‌ಎಫ್) ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ ಘಟಕವು ಹೆನ್ರಿ, ಮತ್ತು ಈ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವಿಗೆ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ರಿಯಾಕ್ಟನ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. $\pi/2$ ಕೋನದಿಂದ ಪ್ರಸ್ತುತ (Im) ಮಂದಗತಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ (Vm) ಇರುವ ಅಲೆಯ ರೂಪದ ಎಡಭಾಗದಲ್ಲಿ ಫ್ಯಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶುದ್ಧ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪವರ್

ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ತತ್ಕ್ಷಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ

$$p = vi$$

$$P = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin (\omega t + \pi/2))$$

$$P = V_m I_m \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2\omega t \text{ or}$$

$$P = 0$$

ಆದ್ದರಿಂದ, ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುವ ಸರಾಸರಿ ಶಕ್ತಿಯು ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

ಒಂದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಜ್ಯಾಮಥೆ ವಿಶೇಷತ: ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ (L) ಸಮಾವಿಷ್ಟ ಅಸತೆ ಆಣಿ ಪ್ರತಿರೋಧ ಕಿವಾ ಕೆಪೆಸಿಟನ್ಸ್ ಸಾರಖ್ಯಾ ಇತರ ಘಟಕಾಂಚಾ ಅಭಾವ ಅಸತೊ ತ್ಯಾಲಾ ಶುದ್ಧ ಪ್ರೇಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮ್ಹಣೂನ ಸಂಬೋಧಲೆ ಜಾತೆ. ಯಾ ಕಾನ್ಫಿಗರೇಶನಮಥೆ, ವರ್ತಮಾನ ಫೋಲ್ಟೇಜ್ಯಾ ಮಾಗೆ 90 ಅಂಶ ಮಾಗೆ ಆಹೆ.

ಇಂಡಕ್ಟರ್ ಹಿ ಒಂಕೆ ಕಾನ್ಫಿಗರೇಶನ್ ಆಹೆ ಜಿ ಚುಂಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರಮಥೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಊರ್ಜಾ ಸಂಚಯಿತ ಕರತೆ ಜೆವ್ಹಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ತ್ಯಾತೂನ ಜಾತೊ. ಯಾತ ವಾಯರಚ್ಯಾ ಜಖಮೆಚಾ ಕಾನ್ಫಿಗರೇಶನ್ ಆಹೆ. ಜೆವ್ಹಾ ಪ್ರೇಕಾತೀಲ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಬದಲತೊ, ತೆವ್ಹಾ ವೆಲ-ಬದಲಣಾರೆ ಚುಂಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೊಮೊಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (emf) ನಿರ್ಮಾಣ ಕರತೆ ಜೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಾಲಾ ವಿರೋಧ ಕರತೆ. ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್‌ಚೆ ಒಂಕೆ ಹೆನ್ರಿ ಆಹೆ ಆಣಿ ಯಾ ಪ್ರಭಾವಮುಲೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಾಚ್ಯಾ ಪ್ರತಿಕಾರಾಲಾ ಪ್ರೇಕ ಅಭಿಕ್ರಿಯಾ ಮ್ಹಣತಾತ. ಆಕೃತಿ 2.3 ವಿಚಾರಾತ ಘಾ.

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಲಾ ಲಾಗೂ ಕೆಲೆಲಾ ಪರ್ಯಾಯಿ ಫೋಲ್ಟೇಜ್ ಸಮೀಕರಣಾದ್ವಾರೆ ದಿಲಾ ಜಾಠು ಘಾ:

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

परिणामी, पर्यायी प्रवाह i इंडक्टन्समधून वाहते जे त्यात एक emf प्रेरित करते. समीकरण खाली दर्शविले आहे:

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

सर्किटमध्ये प्रेरित असलेला emf लागू व्होल्टेजच्या समान आणि विरुद्ध आहे. त्यामुळे समीकरण बनते,

$$v = -e \dots\dots\dots(2)$$

e चे मूल्य समीकरण (2) मध्ये टाकल्यास आपल्याला असे समीकरण मिळेल

$$v = -\left(-L \frac{di}{dt}\right) \text{ or}$$

$$V_m \sin \omega t = L \frac{di}{dt} \text{ or}$$

$$di = \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt \dots\dots\dots(3)$$

समीकरणाच्या (3) दोन्ही बाजू एकत्र केल्याने आपल्याला मिळेल

$$\int di = \int \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt \text{ or}$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L} (-\cos \omega t) \text{ or}$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L} \sin(\omega t - \pi/2) = \frac{V_m}{X_L} \sin(\omega t - \pi/2) \dots\dots\dots(4)$$

जेथे, $X_L = \omega L$ हा शुद्ध इंडक्टन्सद्वारे पर्यायी प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला विरोध आहे आणि त्याला प्रेरक अभिक्रिया म्हणतात.

जेव्हा $\sin(\omega t - \pi/2) = 1$ असेल तेव्हा प्रवाहाचे मूल्य कमाल असेल त्यामुळे,

$$I_m = \frac{V_m}{X_L} \dots\dots\dots(5)$$

समीकरण (5) मधील I_m मध्ये हे मूल्य बदलून ते समीकरण (4) मध्ये टाकल्यास आपल्याला मिळेल

$$i = I_m \sin(\omega t - \pi/2)$$

प्रेरक सर्किटचे फासर डायग्राम आणि पॉवर वक्र

शुद्ध प्रेरक AC सर्किटमधील विद्युत् प्रवाह व्होल्टेजला 90 अंशांनी मागे टाकतो. पूर्णपणे प्रेरक सर्किटचे वेव्हफॉर्म, पॉवर वक्र आणि फासर आकृती खाली आकृती 2.4 मध्ये दर्शविली आहे.

इंडक्टर ही एक कॉइल आहे जी चुंबकीय क्षेत्रामध्ये विद्युत् ऊर्जा संचयित करते जेव्हा विद्युत् प्रवाह त्यातून जातो. यात वायरच्या जखमेचा कॉइलच्या आकारात समावेश होतो. जेव्हा प्रेरकातील विद्युत् प्रवाह बदलतो, तेव्हा वेळ-बदलणारे चुंबकीय क्षेत्र इलेक्ट्रोमोटिव्ह फोर्स (emf) निर्माण करते जे विद्युत् प्रवाहाला विरोध करते. इंडक्टन्सचे एकक हेन्री आहे आणि या प्रभावामुळे विद्युत् प्रवाहाच्या प्रतिकाराला प्रेरक अभिक्रिया म्हणतात. वेव्हफॉर्मच्या डाव्या बाजूस फासर आकृती देखील दर्शविली जाते जेथे करंट (I_m) लॅग व्होल्टेज (V_m) $\pi/2$ च्या कोनाने असतो.

शुद्ध प्रेरक सर्किट मध्ये शक्ती

इंडक्टिव्ह सर्किटमध्ये तात्काळ शक्ती दिली जाते

$$p = vi$$

$$P = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin (\omega t + \pi/2))$$

$$P = V_m I_m \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2\omega t \text{ or}$$

$$P = 0$$

म्हणून, पूर्णपणे प्रेरक सर्किटमध्ये वापरलेली सरासरी उर्जा शून्य आहे.

iii) Pure Capacitor Circuit

A circuit comprising solely a pure capacitor with a capacitance of C farads is termed a Pure Capacitor Circuit. Capacitors store electrical energy in an electric field, and this phenomenon is referred to as capacitance. Additionally, capacitors are sometimes referred to as condensers.

A capacitor is composed of two conductive plates separated by a dielectric medium, which can be made from materials like glass, paper, mica, oxide layers, and so on. In a pure AC capacitor circuit, the current leads the voltage by a 90-degree angle.

When voltage is applied across the capacitor, it generates an electric field between its plates, and no current flows directly between them. However, when a variable voltage source is connected to the capacitor plates, a current flow as the capacitor charges and discharges through the source.

A capacitor is comprised of two insulating plates separated by a dielectric medium, and its primary function is to store electrical energy. It operates as a storage device, charging when the power supply is switched on and discharging when the supply is switched off. When connected to a direct power source, it charges to the same voltage value as the applied voltage. Consider the circuit given in Figure 2.5

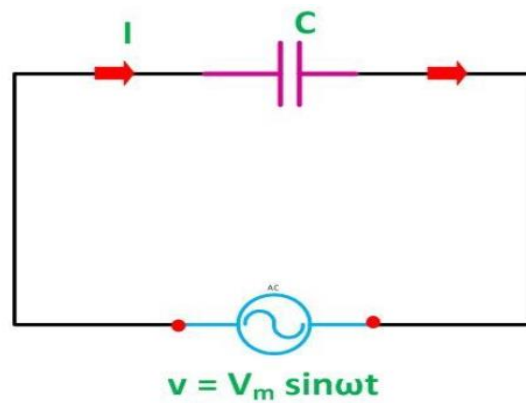


Figure 2.5 Pure Capacitive Circuit

Let the alternating voltage applied to the circuit is given by the equation:

$$v = V_m \sin \omega t \dots \dots \dots (1)$$

Charge of the capacitor at any instant of time is given as:

$$q = Cv \dots \dots \dots (2)$$

Current flowing through the circuit is given by the equation:

$$i = \frac{d}{dt} q$$

Putting the value of q from the equation (2) in equation (3) we will get

$$i = \frac{d}{dt} (Cv) \dots \dots \dots (3)$$

Now, putting the value of v from the equation (1) in the equation (3) we will get

$$i = \frac{d}{dt} C V_m \sin \omega t = C V_m \frac{d}{dt} \sin \omega t \quad \text{or}$$

$$i = \omega C V_m \cos \omega t = \frac{V_m}{1/\omega C} \sin(\omega t + \pi/2) \quad \text{or}$$

$$i = \frac{V_m}{X_C} \sin(\omega t + \pi/2) \dots \dots \dots (4)$$

Where $X_c = 1/\omega C$ is the opposition offered to the flow of alternating current by a pure capacitor and is called Capacitive Reactance.

The value of current will be maximum when $\sin(\omega t + \pi/2) = 1$. Therefore, the value of maximum current I_m will be given as:

$$I_m = \frac{V_m}{X_C}$$

Substituting the value of I_m in the equation (4) we will get:

$$i = I_m \sin(\omega t + \pi/2)$$

Phasor Diagram and Power Curve

In a pure capacitor circuit, the current flowing through the capacitor precedes the voltage by an angle of 90 degrees. The phasor diagram and waveforms illustrating voltage, current, and power are depicted below in figure 2.6:

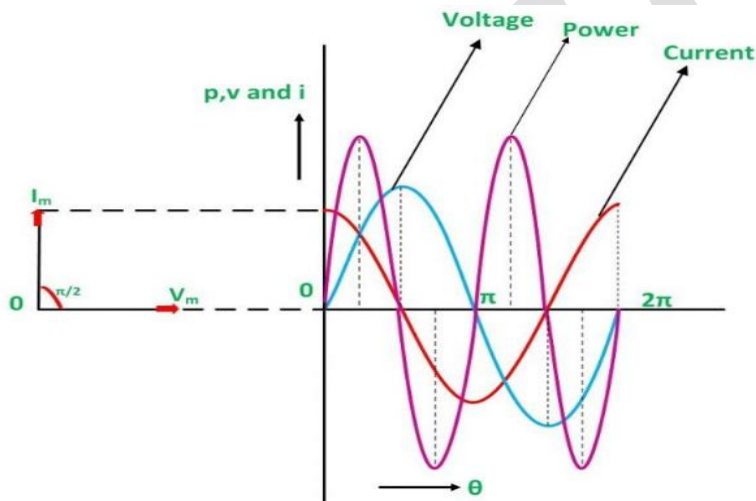


Figure 2.6: Phasor Diagram and Waveform of Pure Capacitor Circuit

In the provided waveform, the color red represents the current, blue corresponds to the voltage curve, and the pink shade represents the power curve.

When the voltage increases, the capacitor undergoes a charging process, reaching its maximum value, resulting in a positive half cycle. Conversely, as the voltage level decreases, the capacitor discharges, forming the negative half cycle. Careful examination of the curve reveals that when the voltage reaches its maximum, the current value is zero, indicating no current flow during that moment.

As the voltage decreases and reaches a value of π (pi), it starts becoming negative, and the current reaches its peak value, signifying the capacitor's discharge phase. This cycle of charging and discharging continues.

It's important to note that the voltage and current do not reach their maximum values simultaneously due to their 90-degree phase difference, as illustrated in the phasor diagram, where the current (I_m) leads the voltage (V_m) by an angle of $\pi/2$.

Power in Pure Capacitor Circuit

Instantaneous power is given by $p = vi$

$$P = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin (\omega t + \pi/2))$$

$$P = V_m I_m \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2 \omega t \quad \text{or}$$

$$P = 0$$

Hence, from the above equation, it is clear that the average power in the capacitive circuit is zero

ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

C ಫ್ಯಾಸಿಟರ್‌ಗಳ ಧಾರಣದೊಂದಿಗೆ ಕೇವಲ ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಅನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಕೆಪಾಸಿಟನ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾಗಿ, ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಕಂಡೆನ್ಸರ್‌ಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಎರಡು ವಾಹಕ ಫಲಕಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ, ಇದನ್ನು ಗಾಜು, ಕಾಗದ, ಮೈಕಾ, ಆಕ್ಸೈಡ್ ಪದರಗಳು ಮತ್ತು ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಶುದ್ಧ ಎಸಿ ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪ್ರಸ್ತುತವು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ.

ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ನಾದ್ಯಂತ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಅದರ ಪ್ಲೇಟ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ನೇರವಾಗಿ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ವೇರಿಯಬಲ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮೂಲವನ್ನು ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಪ್ಲೇಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದಾಗ, ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಚಾರ್ಜ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಮೂಲದ ಮೂಲಕ ಹೊರಸೂಸಿದಾಗ ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಡೈಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಎರಡು ಇನ್ಸುಲೇಟಿಂಗ್ ಪ್ಲೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಾರ್ಯವೆಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದು. ಇದು ಶೇಖರಣಾ ಸಾಧನವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಸರಬರಾಜು ಸ್ವಿಚ್ ಮಾಡಿದಾಗ ಚಾರ್ಜ್ ಆಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸರಬರಾಜು ಸ್ವಿಚ್ ಆಫ್ ಮಾಡಿದಾಗ ಡಿಸ್ಚಾರ್ಜ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲಕ್ಕೆ ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದಾಗ, ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ನಂತೆಯೇ ಅದೇ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಅದು ವಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 2.5 ರಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾದ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ವಯಿಸಲಾದ ಪರ್ಯಾಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

ಯಾವುದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ನ ಚಾರ್ಜ್ ಅನ್ನು ಹೀಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$q = Cv \dots \dots \dots (2)$$

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$i = \frac{d}{dt} q$$

(3) ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (2) ಸಮೀಕರಣದಿಂದ q ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$i = \frac{d}{dt} (Cv) \dots \dots \dots (3)$$

ಈಗ, ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (1) ಸಮೀಕರಣದಿಂದ v ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ (3) ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$i = \frac{d}{dt} C V_m \sin \omega t = C V_m \frac{d}{dt} \sin \omega t \quad \text{or}$$

$$i = \omega C V_m \cos \omega t = \frac{V_m}{1/\omega C} \sin(\omega t + \pi/2) \quad \text{or}$$

$$i = \frac{V_m}{X_C} \sin(\omega t + \pi/2) \dots \dots \dots (4)$$

ಇಲ್ಲಿ $X_C = 1/\omega C$ ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಮೂಲಕ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ವಿರೋಧವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಕೆಪಾಸಿಟಿವ್ ರಿಯಾಕ್ಟನ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$\sin(\omega t + \pi/2) = 1$ ಆಗಿರುವಾಗ ಪ್ರವಾಹದ ಮೌಲ್ಯವು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಗರಿಷ್ಠ ವಿದ್ಯುತ್ I_m ನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೀಗೆ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$I_m = \frac{V_m}{X_C}$$

I_m ನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ (4) ಬದಲಿಸಿ ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ:

$$i = I_m \sin(\omega t + \pi/2)$$

ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ಪವರ್ ಕರ್ವ್

ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹವು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮುಂಚಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ಪವರ್ ಅನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರ ಮತ್ತು ತರಂಗರೂಪಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.6 ರಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ:

ಒದಗಿಸಿದ ತರಂಗ ರೂಪದಲ್ಲಿ, ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣವು ಪ್ರಸ್ತುತವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ, ನೀಲಿ ಬಣ್ಣವು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಕರ್ವ್ ಅನುರೂಪವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಗುಲಾಬಿ ಛಾಯೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ ಕರ್ವ್ ಅನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ.

ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ, ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಚಾರ್ಜಿಂಗ್ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತದೆ, ಅದರ ಗರಿಷ್ಠ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ, ಧನಾತ್ಮಕ ಅರ್ಧ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮಟ್ಟವು ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ, ಕೆಪಾಸಿಟರ್ ಡಿಸ್ಚಾರ್ಜ್, ಋಣಾತ್ಮಕ ಅರ್ಧ ಚಕ್ರವನ್ನು

सर्किटला लागू केलेला पर्यायी व्होल्टेज समीकरणाद्वारे दिला जाऊ द्या:

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

कोणत्याही क्षणी कॅपेसिटरचा चार्ज खालीलप्रमाणे दिला जातो:

$$q = Cv \dots\dots\dots(2)$$

सर्किटमधून वाहणारा विद्युत् प्रवाह समीकरणाद्वारे दिला जातो:

$$i = \frac{d}{dt} q$$

समीकरण (2) मधील समीकरण (3) मध्ये q ची किंमत टाकल्यास आपल्याला मिळेल

$$i = \frac{d}{dt} (Cv) \dots\dots\dots(3)$$

आता समीकरण (1) मधील v चे मूल्य (3) समीकरणात टाकल्यास आपल्याला मिळेल

$$i = \frac{d}{dt} C V_m \sin \omega t = C V_m \frac{d}{dt} \sin \omega t \quad \text{or}$$

$$i = \omega C V_m \cos \omega t = \frac{V_m}{1/\omega C} \sin(\omega t + \pi/2) \quad \text{or}$$

$$i = \frac{V_m}{X_C} \sin(\omega t + \pi/2) \dots\dots\dots(4)$$

जेथे $X_C = 1/\omega C$ हा शुद्ध कॅपेसिटरद्वारे पर्यायी प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला विरोध आहे आणि त्याला कॅपेसिटिव्ह अभिक्रिया म्हणतात.

जेव्हा $\sin(\omega t + \pi/2) = 1$ असेल तेव्हा करंटचे मूल्य कमाल असेल. म्हणून, कमाल वर्तमान I_m चे मूल्य असे दिले जाईल:

$$I_m = \frac{V_m}{X_C}$$

समीकरण (4) मध्ये I_m चे मूल्य बदलल्यास आपल्याला मिळेल:

$$i = I_m \sin(\omega t + \pi/2)$$

फासर डायग्राम आणि पॉवर वक्र

शुद्ध कॅपेसिटर सर्किटमध्ये, कॅपेसिटरमधून वाहणारा विद्युत् प्रवाह 90 अंशांच्या कोनाने व्होल्टेजच्या आधी असतो. व्होल्टेज, करंट आणि पॉवर दर्शविणारे फासर आकृती आणि वेव्हफॉर्मस खाली आकृती 2.6 मध्ये चित्रित

केले आहेत:

प्रदान केलेल्या वेव्हफॉर्ममध्ये, लाल रंग विद्युत् प्रवाह दर्शवतो, निळा व्होल्टेज वक्रशी संबंधित आहे आणि गुलाबी सावली पॉवर वक्र दर्शवते.

जेव्हा व्होल्टेज वाढते, तेव्हा कॅपेसिटर चार्जिंग प्रक्रियेतून जातो, त्याच्या कमाल मूल्यापर्यंत पोहोचतो, परिणामी सकारात्मक अर्धा चक्र होतो. याउलट, व्होल्टेज पातळी कमी झाल्यावर, कॅपेसिटर डिस्चार्ज होतो, नकारात्मक अर्धा चक्र तयार करतो. वक्र काळजीपूर्वक तपासणी केल्यावर असे दिसून येते की जेव्हा व्होल्टेज जास्तीत जास्त पोहोचते तेव्हा वर्तमान मूल्य शून्य असते, जे त्या क्षणी कोणतेही वर्तमान प्रवाह दर्शवत नाही.

जसजसे व्होल्टेज कमी होते आणि π (pi) च्या मूल्यापर्यंत पोहोचते, तसतसे ते नकारात्मक होऊ लागते आणि विद्युत् प्रवाह त्याच्या सर्वोच्च मूल्यापर्यंत पोहोचतो, जे कॅपेसिटरच्या डिस्चार्ज टप्प्याला सूचित करते. चार्जिंग आणि डिस्चार्जिंगचे हे चक्र चालूच असते.

हे लक्षात घेणे महत्त्वाचे आहे की व्होल्टेज आणि करंट त्यांच्या 90-डिग्री फेज फरकामुळे एकाच वेळी त्यांच्या कमाल मूल्यांपर्यंत पोहोचत नाहीत, जसे की फॅसर आकृतीमध्ये स्पष्ट केले आहे, जेथे वर्तमान (I_m) व्होल्टेज (V_m) ला $\pi/2$.

शुद्ध कॅपेसिटर सर्किटमध्ये पॉवर

तात्काळ शक्ती $p = v_i$ द्वारे दिली जाते

$$P = (V_m \sin \omega t)(I_m \sin (\omega t + \pi/2))$$

$$P = V_m I_m \sin \omega t \cos \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \sin 2 \omega t \quad \text{or}$$

$$P = 0$$

म्हणून, वरील समीकरणावरून, हे स्पष्ट होते की कॅपेसिटिव्ह सर्किटमध्ये सरासरी शक्ती शून्य आहे

2.1.4 Analysis of R-L, R-C, R-L-C Series circuits.

i) RL Series Circuit

An RL Series Circuit refers to a circuit configuration where a pure resistance, denoted as R ohms, is connected in series with a coil possessing a pure inductance of L (measured in Henrys). When an AC supply voltage V is applied, it results in the flow of current, denoted as I, within the circuit. Therefore, within this configuration, you will have IR and IL representing the currents flowing through the resistor and inductor, respectively. It's worth noting that the total current flowing through both elements remains the same since they are interconnected in series.

Considering the circuit in figure 2.7.

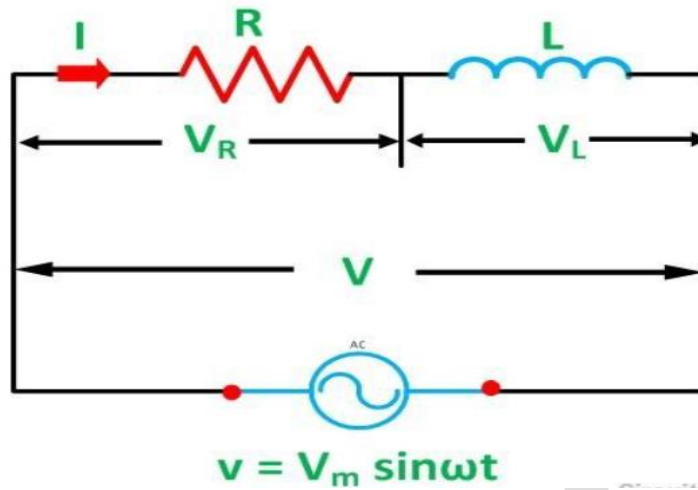


Figure 2.7 Series R-L circuit

Where,

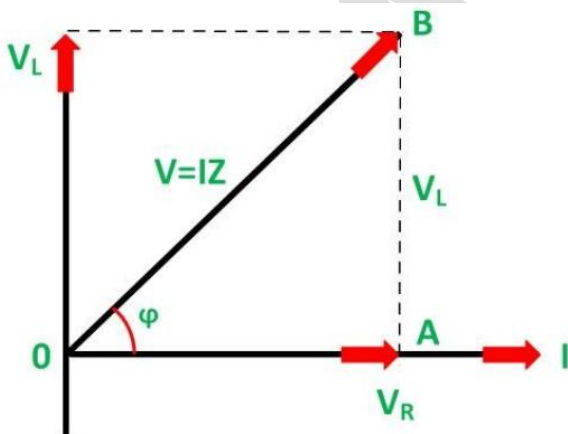
V_R – voltage across the resistor R

V_L – voltage across the inductor L

V – Total voltage of the circuit

Phasor Diagram of the RL Series Circuit

The phasor diagram of the RL Series circuit is shown below in figure 2.8:



Now,

In right-angle triangle OAB

$V_R = IR$ and $V_L = IX_L$

where $X_L = 2\pi fL$

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \text{or}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

Figure 2.8 Phasor diagram of Series R-L circuit

Where,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Z is the total opposition offered to the flow of alternating current by an RL Series circuit and is called impedance of the circuit. It is measured in ohms (Ω).

Phase Angle

In RL Series circuit the current lags the voltage by 90 degrees angle known as phase angle. It is given by the equation:

$$\tan\phi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{X_L}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$$

RL ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

RL ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಒಂದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕಾನ್ಪಿಗರೇಶನ್ ಅನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ R ohms ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಶುದ್ಧ ಪ್ರತಿರೋಧವು L ನ ಶುದ್ಧ ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ ಹೊಂದಿರುವ ಸುರಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ (ಹೆನ್ರಿಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ). AC ಪೂರೈಕೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್ V ಅನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಇದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನೊಳಗೆ I ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ಈ ಸಂರಚನೆಯೊಳಗೆ, ನೀವು ಕ್ರಮವಾಗಿ ರೆಸಿಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಇಂಡಕ್ಟರ್ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ IR ಮತ್ತು IL ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತೀರಿ. ಎರಡೂ ಅಂಶಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಒಟ್ಟು ಪ್ರವಾಹವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶವಾಗಿದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳು ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿವೆ.

ಚಿತ್ರ 2.7 ರಲ್ಲಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ.

RL ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಫೇಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರ

RL ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಫೇಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.8 ರಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ:

ಈಗ,

ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಕೋನ OAB ನಲ್ಲಿ

$$VR = IR \text{ ಮತ್ತು } VL = IXL$$

$$\text{ಅಲ್ಲಿ } XL = 2\pi fL$$

$$V = \sqrt{(VR)^2 + (VL)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IXL)^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \text{or}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Z ಎಂಬುದು RL ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಿಂದ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ನೀಡುವ ಒಟ್ಟು ವಿರೋಧವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಪ್ರತಿರೋಧ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಓಮ್ಸ್ (Ω) ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಂತದ ಕೋನ

RL ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತವು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ವಿಳಂಬಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ, ಇದನ್ನು ಫೇಸ್ ಕೋನ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$\tan\phi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{X_L}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$$

RL ಮಾಲಿಕಾ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

ಆರಎಲ್ ಸೀರೀಜ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮ್ಹಣಜೆ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕಾನ್ಫಿಗರೇಷನ್‌ನ ಸಂದರ್ಭ आहे जेथे शुद्ध प्रतिरोधकता, आर ओहम म्हणून दर्शविली जाते, एल (हेट्रीमध्ये मोजली जाते) शुद्ध इंडक्टन्स असलेल्या कॉइलसह मालिकेत जोडलेली असते. जेव्हा AC पुरवठा व्होल्टेज V लागू केले जाते, तेव्हा त्याचा परिणाम सर्किटमध्ये । म्हणून दर्शविलेल्या विद्युत प्रवाहात होतो. म्हणून, या कॉन्फिगरेशनमध्ये, तुमच्याकडे IR आणि IL अनुक्रमे रेझिस्टर आणि इंडक्टरमधून वाहणारे प्रवाह दर्शवतील. हे लक्षात घेण्यासारखे आहे की दोन्ही घटकांमधून वाहणारा एकूण प्रवाह सारखाच राहतो कारण ते मालिकेत एकमेकांशी जोडलेले आहेत.

आकृती 2.7 मधील सर्किट लक्षात घेता.

RL मालिका सर्किटचे फासर आकृती

आरएल सೀरೀज् सर्किटचा फासर आकृती आकृती २.८ मध्ये खाली दर्शविला आहे:

आता,

काटकोन त्रिकोण OAB मध्ये

$VR = IR$ आणि $VL = IXL$

जेथे $XL = 2\pi fL$

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \text{or}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Z हा RL मालिका सर्किटद्वारे पर्यायी प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला एकूण विरोध आहे आणि त्याला सर्किटचा प्रतिबाधा म्हणतात. हे ओम (Ω) मध्ये मोजले जाते.

फेज कोन

RL सिरीज सर्किटमध्ये विद्युत प्रवाह 90 अंश कोनाने व्होल्टेज मागे पडतो ज्याला फेज अँगल म्हणतात. हे समीकरणाद्वारे दिले जाते:

$$\tan\phi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{X_L}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$$

Power in R L Series Circuit

If the alternating voltage applied across the circuit is given by the equation:

$$v = V_m \sin\omega t \dots\dots\dots(1)$$

The equation of current I is given as:

$$i = I_m \sin(\omega t - \phi) \dots\dots\dots(2)$$

Then the instantaneous power is given by the equation:

$$p = v i \dots\dots\dots(3)$$

Putting the value of v and i from the equation (1) and (2) in the equation (3) we will get

$$P = (V_m \sin\omega t) \times I_m \sin(\omega t - \phi)$$

$$P = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin(\omega t - \phi) \sin\omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos\phi - \cos(2\omega t - \phi)]$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t - \phi)$$

The average power consumed in the circuit over one complete cycle is given by the equation shown below:

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t - \phi) \quad \text{or}$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \text{Zero} \quad \text{or}$$

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} \cos\phi = V I \cos\phi$$

Where $\cos\phi$ is called the power factor of the circuit.

$$\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z} \dots \dots \dots (4)$$

The power factor is defined as the ratio of resistance to the impedance of an AC Circuit. Putting the value of V and $\cos\phi$ from the equation (4) the value of power will be:

$$P = (IZ)(I)(R/Z) = I^2 R \dots \dots \dots (5)$$

From equation (5) it can be concluded that the inductor does not consume any power in the circuit.

Waveform and Power Curve of the RL Series Circuit

The waveform and power curve of the RL series circuit is shown below in figure 2.9 :

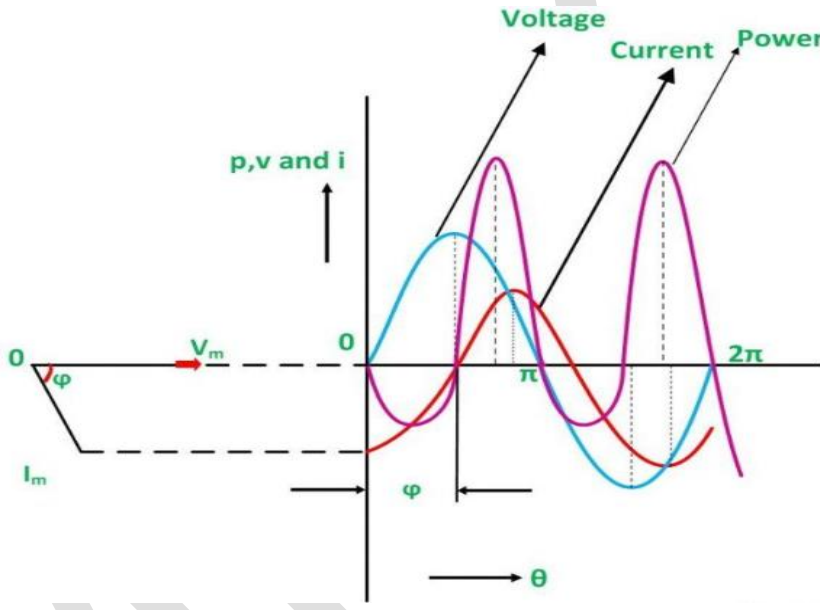


Figure 2.9 Voltage, Current & Power of RL series circuit

RL ಸಿರೀಸ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪವರ್

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಿದರೆ

$$v = V_m \sin \omega t \dots \dots \dots (1)$$

ಪ್ರಸ್ತುತ | ನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$i = I_m \sin(\omega t - \phi) \dots \dots \dots (2)$$

ನಂತರ ತತ್ಕಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$p = v i \dots \dots \dots (3)$$

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

वर्तमान । चे समीकरण असे दिले आहे:

$$i = I_m \sin(\omega t - \phi) \dots\dots\dots(2)$$

नंतर तात्काळ शक्ती समीकरणाद्वारे दिली जाते:

$$p = v i \dots\dots\dots(3)$$

समीकरण (3) मध्ये (1) आणि (2) समीकरणातून v आणि i ची मूल्ये टाकल्यास आपल्याला मिळेल

$$P = (V_m \sin \omega t) \times I_m \sin(\omega t - \phi)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin(\omega t - \phi) \sin \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos \phi - \cos(2\omega t - \phi)]$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t - \phi)$$

एका पूर्ण चक्रात सर्किटमध्ये वापरलेली सरासरी उर्जा खाली दर्शविलेल्या समीकरणाद्वारे दिली जाते:

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t - \phi) \text{ or}$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{Zero or}$$

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} \cos \phi = V I \cos \phi$$

जथे $\cos \phi$ ला सर्किटचा पॉवर फॅक्टर म्हणतात.

$$\cos \phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z} \dots\dots\dots(4)$$

पॉवर फॅक्टरची व्याख्या AC सर्किटच्या प्रतिबाधांच्या प्रतिकाराचे गुणोत्तर म्हणून केली जाते.

समीकरण (4) मधून V आणि $\cos \phi$ चे मूल्य टाकल्यास शक्तीचे मूल्य असे होईल:

$$P = (IZ)(I)(R/Z) = I^2 R \dots\dots\dots(5)$$

समीकरण (5) वरून असा निष्कर्ष काढला जाऊ शकतो की इंडक्टर सर्किटमध्ये कोणतीही शक्ती वापरत नाही.

आरएल मालिका सर्किटचे वेव्हफॉर्म आणि पॉवर वक्र

RL मालिका सर्किटचे वेव्हफॉर्म आणि पॉवर वक्र आकृती 2.9 मध्ये दाखवले आहे:

ii) RC Series Circuit

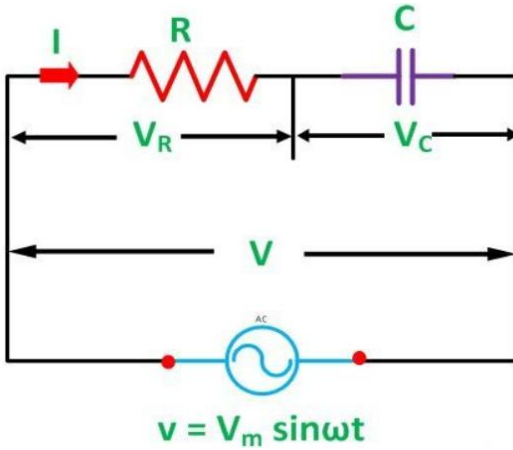


Figure 2.10: Series RC circuit

The RC Series Circuit refers to a circuit arrangement where a pure resistance, indicated as R ohms, is connected in series with a pure capacitor having a capacitance of C farads. When a sinusoidal voltage is applied, it leads to the flow of current, denoted as I , through both the resistance (R) and the capacitance (C) within the circuit. The RC Series circuit configuration is visually represented in the figure 2.10:

Where,

- V_R – voltage across the resistance R
- V_C – voltage across capacitor C
- V – total voltage across the RC Series circuit

Phasor Diagram of RC Series Circuit

The phasor diagram of the RC series circuit is shown in figure 2.11

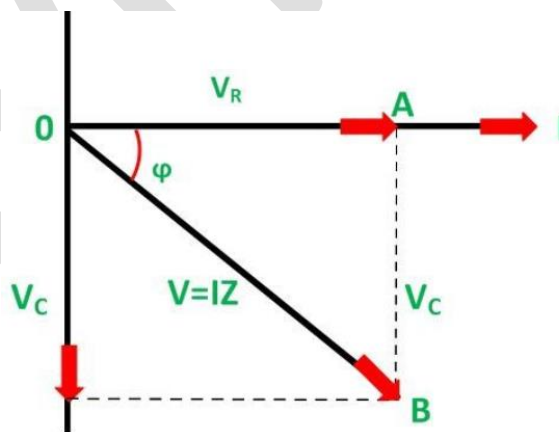


Figure 2.11: Phasor diagram of the RC series circuit

Now,

$$V_R = I_R \text{ and } V_C = I X_C$$

$$\text{Where } X_C = 1/2\pi fC$$

In right triangle OAB,

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_C)^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \text{or}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{V}{Z}$$

Where,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Z is the total opposition offered to the flow of alternating current by an RC series circuit and is called **impedance** of the circuit. It is measured in ohms (Ω).

Phase angle

From the phasor diagram shown above, it is clear that the current in the circuit leads the applied voltage by an angle ϕ and this angle is called the **phase angle**.

$$\tan\phi = \frac{V_C}{V_R} = \frac{IX_C}{IR} = \frac{X_C}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$$

Power in RC Series Circuit

If the alternating voltage applied across the circuit is given by the equation

$$v = V_m \sin\omega t \dots\dots\dots(1)$$

Then,

$$i = I_m \sin(\omega t + \phi) \dots\dots\dots(2)$$

Therefore, the instantaneous power is given by $p = vi$

Putting the value of v and i from the equation (1) and (2) in $p = vi$

$$P = (V_m \sin \omega t) \times I_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin(\omega t + \phi) \sin \omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos \phi - \cos(2\omega t + \phi)]$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi)$$

The average power consumed in the circuit over a complete cycle is given by:

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi) \quad \text{or}$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \phi - \text{Zero} \quad \text{or}$$

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} \cos \phi = V I \cos \phi$$

Where $\cos \phi$ is called the **power factor** of the circuit.

$$\cos \phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z} \dots \dots \dots (3)$$

Putting the value of V and $\cos \phi$ from the equation (3) the value of power will be

$$P = (IZ)(I)(R/Z) = I^2 R \dots \dots \dots (4)$$

From the equation (4) it is clear that the power is actually consumed by the resistance only and the capacitor does not consume any power in the circuit.

Waveform and Power Curve of the RC Series Circuit

The waveform and power curve of the RC circuit is shown in figure 2.12

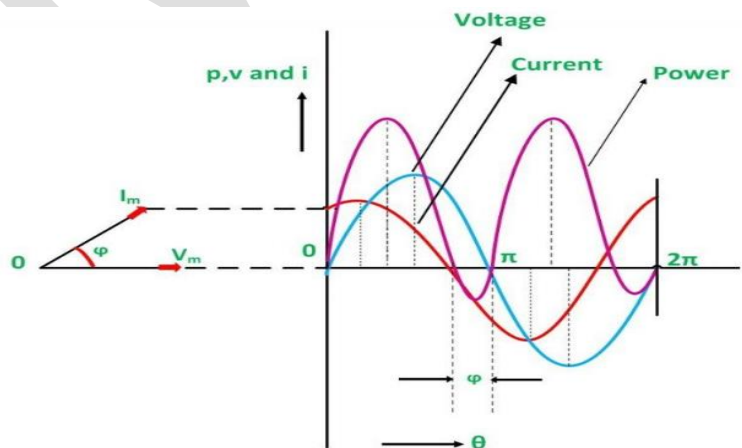


Figure 2.12: Voltage, Current & Power waveform of RC Series circuit

RC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

ಆರ್ಸಿ ಸೀರೀಸ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಒಂದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಆರ್ ಓಮ್ಸ್ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಶುದ್ಧ ಪ್ರತಿರೋಧವು ಸಿ ಫ್ಯಾಸರ್‌ಗಳ ಧಾರಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟನ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದೆ. ಸೈನುಸೈಡಲ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಇದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿರೋಧ (ಆರ್) ಮತ್ತು ಕೆಪಾಸಿಟನ್ಸ್ (ಸಿ) ಎರಡರ ಮೂಲಕ | ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್ಸಿ ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕಾನ್ಸಿಗರೇಶನ್ ಅನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.10 ರಲ್ಲಿ ದೃಷ್ಟಿಗೋಚರವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ:

RC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರ

ಆರ್ಸಿ ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ನ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.11 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ ಈಗ,

$$V_R = IR \text{ ಮತ್ತು } V_C = IX_C$$

$$\text{ಅಲ್ಲಿ, } X_C = 1/2\pi fC$$

ಬಲ ತ್ರಿಕೋನ OAB ನಲ್ಲಿ,

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_C)^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \text{or}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{V}{Z}$$

ಎಲ್ಲಿ,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Z ಎಂಬುದು ಆರ್ಸಿ ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಿಂದ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ನೀಡುವ ಒಟ್ಟು ವಿರೋಧವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಪ್ರತಿರೋಧ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಓಮ್ಸ್ (Ω) ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಂತದ ಕೋನ

ಮೇಲೆ ತೋರಿಸಿರುವ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರದಿಂದ, ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹವು ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಕೋನ ϕ ಮೂಲಕ ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಕೋನವನ್ನು ಹಂತದ ಕೋನ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\tan\phi = \frac{V_C}{V_R} = \frac{IX_C}{IR} = \frac{X_C}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$$

ಆರಿಸಿ ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪವರ್

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ನೀಡಿದರೆ

$$v = V_m \sin\omega t \dots\dots\dots(1)$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \phi) \dots\dots\dots(2)$$

ಆದ್ದರಿಂದ, ತತ್ಕ್ಷಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು $p = vi$ ಮೂಲಕ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ

$p = vi$ ನಲ್ಲಿ (1) ಮತ್ತು (2) ಸಮೀಕರಣದಿಂದ v ಮತ್ತು i ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹಾಕುವುದು

$$P = (V_m \sin\omega t) \times I_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin(\omega t + \phi) \sin\omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos\phi - \cos(2\omega t + \phi)]$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi)$$

ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುವ ಸರಾಸರಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇವರಿಂದ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi) \quad \text{or}$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \text{Zero} \quad \text{or}$$

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} \cos\phi = VI \cos\phi$$

ಅಲ್ಲಿ $\cos\phi$ ಅನ್ನು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂಶ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z} \dots\dots\dots(3)$$

ಸಮೀಕರಣದಿಂದ V ಮತ್ತು $\cos\phi$ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹಾಕುವುದು (3) ಶಕ್ತಿಯ ಮೌಲ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ

$$P = (IZ)(I)(R/Z) = I^2 R \dots\dots\dots(4)$$

$$\tan\phi = \frac{V_C}{V_R} = \frac{IX_C}{IR} = \frac{X_C}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$$

RC सीरीज सर्किटमध्ये पॉवर

संपूर्ण सर्किटवर लागू होणारा पर्यायी व्होल्टेज समीकरणाद्वारे दिलेला असल्यास

$$v = V_m \sin\omega t \dots\dots\dots(1)$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \phi) \dots\dots\dots(2)$$

म्हणून, तात्कालिक शक्ती $p = vi$ द्वारे दिली जाते

(1) आणि (2) समीकरणातून v आणि i ची किंमत $p = vi$ मध्ये टाकणे

$$P = (V_m \sin\omega t) \times I_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$p = \frac{V_m I_m}{2} 2 \sin(\omega t + \phi) \sin\omega t$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} [\cos\phi - \cos(2\omega t + \phi)]$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi)$$

संपूर्ण चक्रात सर्किटमध्ये वापरलेली सरासरी उर्जा खालीलप्रमाणे दिली जाते:

$$P = \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \text{average of } \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos(2\omega t + \phi) \quad \text{or}$$

$$P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi - \text{Zero} \quad \text{or}$$

$$P = V_{r.m.s} I_{r.m.s} \cos\phi = VI \cos\phi$$

जेथे $\cos\phi$ ला सर्किटचा पॉवर फॅक्टर म्हणतात.

$$\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z} \dots\dots\dots(3)$$

समीकरण (3) मधून V आणि $\cos\phi$ चे मूल्य टाकल्यास शक्तीचे मूल्य होईल

$$P = (IZ)(I)(R/Z) = I^2 R \dots \dots \dots (4)$$

समीकरण (4) वरून हे स्पष्ट आहे की शक्ती प्रत्यक्षात केवळ प्रतिकाराने वापरली जाते आणि कॅपेसिटर सर्किटमध्ये कोणतीही शक्ती वापरत नाही.

RC सीरीज सर्किटचे वेव्हफॉर्म आणि पॉवर वक्र

आरसी सर्किटचे वेव्हफॉर्म आणि पॉवर वक्र आकृती 2.12 मध्ये दर्शविले आहे

iii) RLC Series Circuit

The combination of a pure resistance (R ohms), a pure inductance (L Henry), and a pure capacitance (C farads) connected in series creates what is known as an RLC Series Circuit. In this configuration, since all three elements are connected in series, the current passing through each element of the circuit is identical to the total current, denoted as I, flowing within the circuit. Figure 2.13 shows the series RLC circuit.

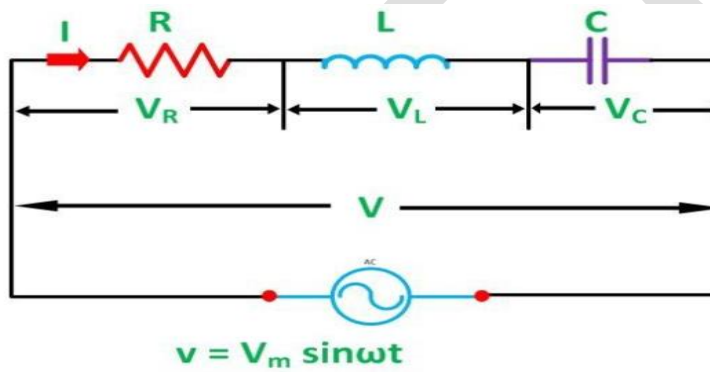


Figure 2.13: Series RLC circuit

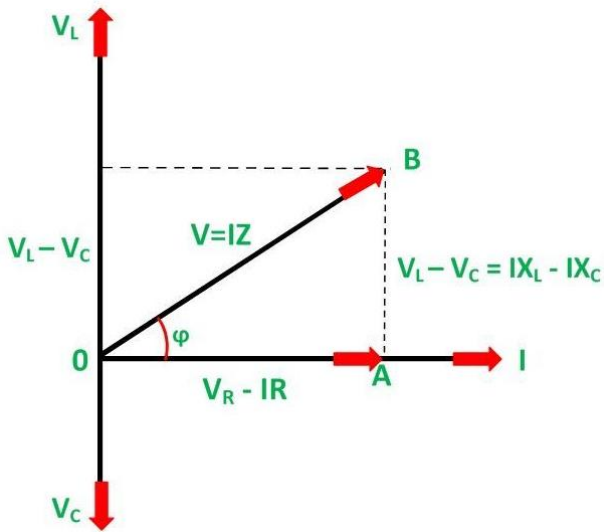
$$X_L = 2\pi fL \text{ and } X_C = 1/2\pi fC$$

When an AC voltage is applied to the RLC Series circuit, it results in the flow of current denoted as I throughout the circuit. Consequently, the voltage across each element can be described as follows:

- $V_R = IR$: This represents the voltage across the resistance R, and it is in phase with the current I.
- $V_L = IX_L$: This indicates the voltage across the inductance L, and it leads the current I by an angle of 90 degrees.
- $V_C = IX_C$: This signifies the voltage across the capacitor C, and it lags the current I by an angle of 90 degrees.

Phasor Diagram of RLC Series Circuit

The phasor diagram of the RLC series circuit when the circuit is acting as an inductive circuit that means ($V_L > V_C$) is shown in figure 2.14 and if ($V_L < V_C$) the circuit will behave as a capacitive circuit.



$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2} \quad \text{or}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad \text{or}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{V}{Z}$$

Where,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Figure 2.14: Phasor diagram

It is the total opposition offered to the flow of current by an RLC Circuit and is known as **Impedance** of the circuit.

Phase Angle

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R} \quad \text{or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R}$$

Power in RLC Series Circuit

The product of voltage and current is defined as power.

$$P = VI \cos\phi = I^2R$$

Where $\cos\phi$ is the power factor of the circuit and is expressed as:

$$\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z}$$

The three cases of RLC Series Circuit

When an AC voltage is applied to the RLC Series circuit, it results in the flow of current denoted as I throughout the circuit. Consequently, the voltage across each element can be described as follows:

- $V_R = IR$: This represents the voltage across the resistance R , and it is in phase with the current
- $V_L = IX_L$: This indicates the voltage across the inductance L , and it leads the current I by an angle of 90 degrees.
- $V_C = IX_C$: This signifies the voltage across the capacitor C , and it lags the current I by an angle of 90 degrees.

RLC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್

ಶುದ್ಧ ಪ್ರತಿರೋಧ (ಆರ್ ಓಮ್ಸ್), ಶುದ್ಧ ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ (ಎಲ್ ಹೆನ್ರಿ) ಮತ್ತು ಶುದ್ಧ ಕೆಪಾಸಿಟನ್ಸ್ (ಸಿ ಫ್ಯಾರಡ್ಸ್) ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಗೊಂಡಿರುವ ಸಂಯೋಜನೆಯು RLC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂರಚನೆಯಲ್ಲಿ, ಎಲ್ಲಾ ಮೂರು ಅಂಶಗಳು ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಗೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ, ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಂಶದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಪ್ರವಾಹವು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನೊಳಗೆ ಹರಿಯುವ | ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಒಟ್ಟು ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಹೋಲುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.13 ಸರಣಿ RLC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ

$$X_L = 2\pi fL \text{ and } X_C = 1/2\pi fC$$

RLC ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗೆ AC ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಇದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಾದ್ಯಂತ | ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಪ್ರತಿ ಅಂಶದಲ್ಲಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವಿವರಿಸಬಹುದು:

- $V_R = IR$: ಇದು ಪ್ರತಿರೋಧ R ನಾದ್ಯಂತ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತ | ನೊಂದಿಗೆ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ.
- $V_L = IX_L$: ಇದು ಇಂಡಕ್ಟನ್ಸ್ L ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತ | ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ.
- $V_C = IX_C$: ಇದು ಕೆಪಾಸಿಟರ್ C ಯಾದ್ಯಂತ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತ | ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ವಿಳಂಬಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

RLC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರ

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ RLC ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.14 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ ($V_L > V_C$) ಮತ್ತು ($V_L < V_C$) ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕೆಪಾಸಿಟಿವ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಆಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2} \text{ or}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ or}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{V}{Z}$$

ಎಲ್ಲಿ,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

ಇದು RLC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಿಂದ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ನೀಡುವ ಒಟ್ಟು ವಿರೋಧವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಪ್ರತಿರೋಧ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಂತದ ಕೋನ

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R} \text{ or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R}$$

RLC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪವರ್

ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಪ್ರವಾಹದ ಉತ್ಪನ್ನವನ್ನು ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ.

$$P = VI \cos\phi = I^2 R$$

ಅಲ್ಲಿ $\cos\phi$ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂಶವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಹೀಗೆ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z}$$

RLC ಸರಣಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಮೂರು ಪ್ರಕರಣಗಳು

RLC ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗೆ AC ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ, ಇದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಾದ್ಯಂತ I ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಪ್ರತಿ ಅಂಶದಲ್ಲಿನ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವಿವರಿಸಬಹುದು:

- $V_R = IR$: ಇದು ಪ್ರತಿರೋಧ R ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತದೊಂದಿಗೆ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ
- $V_L = IX_L$: ಇದು ಇಂಡಕ್ಟೆನ್ಸ್ L ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತ I ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ಮುನ್ನಡೆಸುತ್ತದೆ.
- $V_C = IX_C$: ಇದು ಕೆಪಾಸಿಟರ್ C ಯಾದ್ಯಂತ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇದು ಪ್ರಸ್ತುತ I ಅನ್ನು 90 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನದಿಂದ ವಿಳಂಬಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

RLC मालिका सर्किट

शुद्ध प्रतिकार (R ohms), शुद्ध इंडक्टन्स (L Henry), आणि मालिकेत जोडलेले शुद्ध capacitance (C farads) यांचे संयोजन RLC मालिका सर्किट म्हणून ओळखले जाणारे निर्माण करते. या कॉन्फिगरेशनमध्ये, तिन्ही घटक मालिकेत जोडलेले असल्याने, सर्किटच्या प्रत्येक घटकातून जाणारा विद्युत् प्रवाह सर्किटमध्ये वाहणारा I म्हणून दर्शविल्या जाणाऱ्या एकूण विद्युत् प्रवाहासारखा असतो. आकृती 2.13 मालिका RLC सर्किट दाखवते

$$X_L = 2\pi fL \text{ and } X_C = 1/2\pi fC$$

जेव्हा AC व्होल्टेज RLC मालिका सर्किटवर लागू केले जाते, तेव्हा त्याचा परिणाम संपूर्ण सर्किटमध्ये I म्हणून दर्शविल्या जाणाऱ्या विद्युत् प्रवाहात होतो. परिणामी, प्रत्येक घटकावरील व्होल्टेजचे वर्णन खालीलप्रमाणे केले जाऊ शकते:

- $V_R = IR$: हे रेझिस्टन्स R वरील व्होल्टेजचे प्रतिनिधित्व करते आणि ते वर्तमान I सह टप्प्यात आहे.
- $V_L = IX_L$: हे इंडक्टन्स L वरील व्होल्टेज दर्शवते आणि ते विद्युत् I ला 90 अंशाच्या कोनाने नेले जाते.
- $V_C = IX_C$: हे कॅपेसिटर C वरील व्होल्टेज दर्शवते आणि ते विद्युत् I ला 90 अंशाच्या कोनाने मागे टाकते.

RLC मालिका सर्किटचे Phasor आकृती

RLC मालिका सर्किटचे फॅसर आकृती जेव्हा सर्किट इंडक्टिव्ह सर्किट म्हणून काम करत असते म्हणजेच ($V_L > V_C$) आकृती 2.14 मध्ये दाखवले जाते आणि जर ($V_L < V_C$) असेल तर सर्किट कॅपेसिटिव्ह सर्किट म्हणून वागेल.

$$V = \sqrt{(V_R)^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2} \text{ or}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ or}$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{V}{Z}$$

कुठे,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

हा आरएलसी सर्किटद्वारे प्रवाहाच्या प्रवाहाला दिलेला एकूण विरोध आहे आणि त्याला सर्किटचा प्रतिबाधा म्हणून ओळखले जाते.

फेज कोन

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R} \text{ or}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R}$$

RLC मालिका सर्किट मध्ये शक्ती

व्होल्टेज आणि करंटचे उत्पादन शक्ती म्हणून परिभाषित केले आहे.

$$P = VI \cos\phi = I^2 R$$

जेथे $\cos\phi$ हा सर्किटचा पॉवर फॅक्टर आहे आणि तो याप्रमाणे व्यक्त केला जातो:

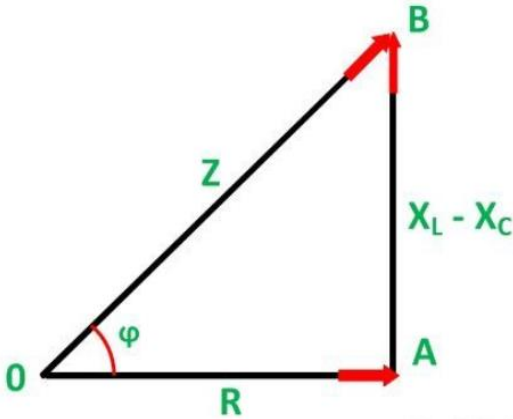
$$\cos\phi = \frac{V_R}{V} = \frac{R}{Z}$$

RLC मालिका सर्किटची तीन प्रकरणे

जेव्हा AC व्होल्टेज RLC मालिका सर्किटवर लागू केले जाते, तेव्हा त्याचा परिणाम संपूर्ण सर्किटमध्ये I म्हणून दर्शविल्या जाणाऱ्या विद्युत् प्रवाहात होतो. परिणामी, प्रत्येक घटकावरील व्होल्टेजचे वर्णन खालीलप्रमाणे केले जाऊ शकते:

- $V_R = IR$: हे रेझिस्टन्स R मधील व्होल्टेजचे प्रतिनिधित्व करते आणि ते विद्युत् प्रवाहाच्या टप्प्यात असते.
- $V_L = IX_L$: हे इंडक्टन्स L वरील व्होल्टेज दर्शवते आणि ते विद्युत् I ला 90° अंशाच्या कोनाने नेले जाते.
- $V_C = IX_C$: हे कॅपेसिटर C वरील व्होल्टेज दर्शवते आणि ते विद्युत् I ला 90° अंशाच्या कोनाने मागे टाकते.

Impedance Triangle of RLC Series Circuit



When the values represented in the phasor diagram are divided by the common factor I , it results in the creation of a right-angle triangle referred to as the impedance triangle. Figure 2.15 illustrates the impedance triangle of the RL series circuit, specifically when X_L is greater than X_C .

If the inductive reactance is greater than the capacitive reactance then the circuit reactance is inductive giving a lagging phase angle.

Figure 2.15: Impedance triangle ($X_L > X_C$)

Impedance triangle is shown in figure 2.16 when the circuit acts as an RC series circuit ($X_L < X_C$)

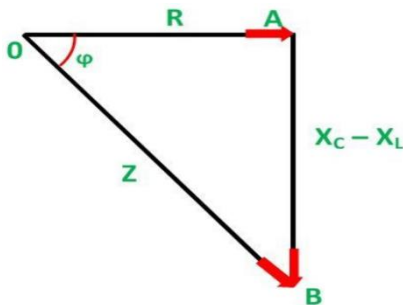


Figure 2.16: Impedance triangle when circuit ($X_L < X_C$)

ಫೇಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಂಶ I ನಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದಾಗ, ಇದು ಪ್ರತಿರೋಧ ತ್ರಿಕೋನ ಎಂದು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾದ ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಕೋನದ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 2.15 RL ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ಪ್ರತಿರೋಧ ತ್ರಿಕೋನವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ X_L , X_C ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿರುವಾಗ.

ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ರಿಯಾಕ್ಟನ್ಸ್ ಕೆಪಾಸಿಟಿವ್ ರಿಯಾಕ್ಟನ್ಸ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ರಿಯಾಕ್ಟನ್ಸ್ ಇಂಡಕ್ಟಿವ್ ಆಗಿದ್ದು ಮಂದಗತಿಯ ಹಂತದ ಕೋನವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ RC ಸರಣಿಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಿದಾಗ ಪ್ರತಿರೋಧ ತ್ರಿಕೋನವನ್ನು ಚಿತ್ರ 2.16 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ ($X_L < X_C$)

ಜೆಹಾ ಫಾಸರ್ ಆಕೃತಿಮध्ये ದರ್ಶಿಲೆಲಿ ಮೂಲ್ಯೆ ಸಾಮಾನ್ಯ घटक । द्वारे विभागली जातात, तेव्हा त्याचा परिणाम प्रतिबाधा त्रिकोण म्हणून ओळखला जाणारा काटकोन त्रिकोण तयार होतो. आकृती 2.15 RL मालिका सर्किटच्या प्रतिबाधा त्रिकोणाचे वर्णन करते, विशेषतः जेव्हा X_L, X_C पेक्षा मोठा असतो.

जर प्रेरक अभिक्रिया कॅपेसिटिव्ह रिअॅक्टन्सपेक्षा सर्किट रिअॅक्टन्सपेक्षा जास्त असेल तर प्रेरक विक्रियेला लॅगिंग फेज अँगल दिला जातो.

प्रतिबाधा त्रिकोण आकृती 2.16 मध्ये दर्शविला जातो जेव्हा सर्किट आरसी सीरीज सर्किट म्हणून कार्य करते ($X_L < X_C$)

2.1.5 Active power, reactive power and apparent power.

Concept of power factor

The electrical power in an AC circuit is termed Complex Power, which encompasses Active Power, Reactive Power, and Apparent Power. Therefore, AC power, or complex power, is further categorized into three components:

1. Active Power
2. Reactive Power
3. Apparent Power

ಎಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಕೀರ್ಣ ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, AC ಪವರ್, ಅಥವಾ ಸಂಕೀರ್ಣ ಶಕ್ತಿ, ಮತ್ತಷ್ಟು ಮೂರು ಘಟಕಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ:

1. ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ
2. ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿ
3. ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿ

AC सर्किटमधील विद्युत शक्तीला कॉम्प्लेक्स पॉवर असे म्हणतात, ज्यामध्ये सक्रिय शक्ती, प्रतिक्रियाशील शक्ती आणि स्पष्ट शक्ती समाविष्ट असते. म्हणून, एसी पॉवर, किंवा कॉम्प्लेक्स पॉवर, पुढील तीन घटकांमध्ये वर्गीकृत केले आहे:

1. सक्रिय शक्ती
2. प्रतिक्रियाशील शक्ती
3. उघड शक्ती

Active Power (kW)

Active Power (kW), also referred to as True Power or Real Power in AC circuits, represents the actual power consumed or utilized in the circuit for energy conversion. It is denoted by the symbol 'P' and is measured in units such as Watts (W), kilowatts (kW), or megawatts (MW). In a DC circuit or a pure resistive AC circuit, active power can be calculated as the product of voltage and current. However, in an AC circuit, it is determined differently:

$$P = V_{(rms)} * I_{(rms)} * \text{Cos } \phi$$

Where ϕ = Angle between $V_{(rms)}$ and $I_{(rms)}$

ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ

AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಟ್ರೂ ಪವರ್ ಅಥವಾ ರಿಯಲ್ ಪವರ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ (kW), ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿವರ್ತನೆಗಾಗಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸಿದ ಅಥವಾ ಬಳಸಿದ ನಿಜವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 'P' ಚಿಹ್ನೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಟ್‌ಗಳು (W), ಕಿಲೋವ್ಯಾಟ್‌ಗಳು (kW), ಅಥವಾ ಮೆಗಾವ್ಯಾಟ್‌ಗಳು (MW) ನಂತಹ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. DC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅಥವಾ ಶುದ್ಧ ಪ್ರತಿರೋಧಕ AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಪ್ರಸ್ತುತದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಎಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಇದನ್ನು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$P = V_{(rms)} * I_{(rms)} * \text{Cos } \phi$$

Where ϕ = Angle between $V_{(rms)}$ and $I_{(rms)}$

ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ

ಸಕ್ರಿಯ ಪೌವರ್ (kW), ಜ್ಯಾಲಾ AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಟ್ರೂ ಪೌವರ್ ಕಿವಾ ರಿಆಲ್ ಪೌವರ್ ಮ್ಹಣುನಹಿ ಸಂಬೋಧಲೆ ಜಾತೆ, ಊರ್ಜಾ ರೂಪಾಂತರಣಾಸಾಠಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ವಾಪರಲೆಲಿ ಕಿವಾ ವಾಪರಲಿ ಜಾಣಾರಿ ವಾಸ್ತವಿಕ ಶಕ್ತಿ ದರ್ಶವತೆ. ಹೆ 'P' ಚಿನ್ಹಾನೆ ದರ್ಶವಿಲೆ ಜಾತೆ ಆಣಿ ವೆಟ್ಸ್ (W), ಕಿಲೋವೆಟ್ಸ್ (kW), ಕಿವಾ ಮೆಗಾವಾಟ್ (MW) ಸಾರಖ್ಯಾ ಯುನಿಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಮೊಜಲೆ ಜಾತೆ. ಡಿಐಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕಿವಾ ಶುದ್ಧ ಪ್ರತಿರೋಧಕ ಏಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ ವ್ಹೋಲ್ಟೇಜ್ ಆಣಿ ಕರೆಂಟ್‌ಗೆ ಗುಣಾಕಾರ ಮ್ಹಣುನ ಮೊಜಲಿ ಜಾಊ ಶಕತೆ. ತಥಾಪಿ, ಏಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ತೆ ವೆಗವ್ಯಾ ಪದ್ಧತೀನೆ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಕೆಲೆ ಜಾತೆ:

$$P = V_{(rms)} * I_{(rms)} * \text{Cos } \phi$$

Where ϕ = Angle between $V_{(rms)}$ and $I_{(rms)}$

Reactive Power (kVAR)

Reactive Power (Q) is associated with the reactive components (inductors and capacitors) in a circuit, flowing back and forth. It's often termed "wattless power" as it doesn't contribute to useful work but instead places an extra load on the electricity supply system and consumer bills. Reactive power is required for the functioning of capacitors and inductors, affecting the circuit's power factor. It exists when voltage and current in an AC circuit are out of phase.

Pure inductors and capacitors don't consume power; they exchange the same power received from the source in each half-cycle, leading to the flow of Reactive power (Q) back and forth. It's measured in VAR, kVAR, or MVAR and doesn't apply to DC circuits.

In the case of the DC circuits, there are no concepts of Reactive Power. Whereas for the AC circuit,

it is calculated as:

$$Q = V_{(rms)} * I_{(rms)} * \text{Sin } \phi$$

Where ϕ = Angle between $V_{(rms)}$ and $I_{(rms)}$

प्रतिक्रियाशक्त शक्ति

रियाक्टिव पावर (Q) ಒಂದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಘಟಕಗಳೊಂದಿಗೆ (ಇಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ಗಳು) ಸಂಯೋಜಿತವಾಗಿದೆ, ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ "ವ್ಯಾಟ್ಲೆಸ್ ಪವರ್" ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ಉಪಯುಕ್ತ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುವುದಿಲ್ಲ, ಆದರೆ ಬದಲಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಸರಬರಾಜು ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಹಕರ ಬಿಲ್‌ಗಳ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಹೊರೆಯನ್ನು ಇರಿಸುತ್ತದೆ. ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಇಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿಯ ಅಗತ್ಯವಿದೆ, ಇದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂಶದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ. AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಪ್ರವಾಹವು ಹಂತದಿಂದ ಹೊರಗಿರುವಾಗ ಅದು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದೆ.

ಶುದ್ಧ ಇಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಪಾಸಿಟರ್‌ಗಳು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸುವುದಿಲ್ಲ; ಅವರು ಪ್ರತಿ ಅರ್ಧ-ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಮೂಲದಿಂದ ಪಡೆದ ಅದೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ, ಇದು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿಯ (Q) ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು VAR, kVAR, ಅಥವಾ MVAR ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು DC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

DC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ರಿಯಾಕ್ಟಿವ್ ಪವರ್‌ನ ಯಾವುದೇ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳಿಲ್ಲ. ಆದರೆ AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ, ಇದನ್ನು ಹೀಗೆ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$Q = V_{(rms)} * I_{(rms)} * \text{Sin } \phi$$

Where ϕ = Angle between $V_{(rms)}$ and $I_{(rms)}$

प्रतिक्रियाशील शक्ती

रिऐक्टिव पावर (क्यू) हे सर्किटमधील रिऐक्टिव घटकांशी (इंडक्टर्स आणि कॅपेसिटर) संबंधित आहे, पुढे-मागे वाहते. याला बऱ्याचदा "वॉटलेस पावर" असे संबोधले जाते कारण ते उपयुक्त कामात योगदान देत नाही परंतु त्याऐवजी वीज पुरवठा प्रणाली आणि ग्राहकांच्या बिलांवर अतिरिक्त भार टाकते. सर्किटच्या पावर फॅक्टरवर परिणाम करणारे कॅपेसिटर आणि इंडक्टर्सच्या कार्यासाठी प्रतिक्रियाशील शक्ती आवश्यक आहे. जेव्हा AC सर्किटमधील व्होल्टेज आणि करंट फेजच्या बाहेर असतात तेव्हा ते अस्तित्वात असते.

शुद्ध इंडक्टर्स आणि कॅपेसिटर वीज वापरत नाहीत; ते प्रत्येक अर्ध-चक्रामध्ये स्त्रोताकडून मिळालेल्या समान शक्तीची देवाणघेवाण करतात, ज्यामुळे प्रतिक्रियाशील शक्ती (Q) चा प्रवाह पुढे आणि पुढे जातो. हे VAR, kVAR किंवा MVAR मध्ये मोजले जाते आणि DC सर्किट्सवर लागू होत नाही.

डीसी सर्किट्सच्या बाबतीत, रिऐक्टिव पावरच्या कोणत्याही संकल्पना नाहीत. तर एसी सर्किटसाठी, हे असे मोजले जाते:

$$Q = V_{(rms)} * I_{(rms)} * \text{Sin } \phi$$

Where ϕ = Angle between $V_{(rms)}$ and $I_{(rms)}$

Apparent Power (kVA)

Apparent Power, denoted as 'S', is the combination of Active Power and Reactive Power in a circuit, representing the total power. Mathematically, Apparent Power is defined as the product of the root mean square (RMS) values of voltage and current, regardless of their phase angle. It's measured in units like kVA (kilovolt-amperes) or MVA (megavolt-amperes).

In DC circuits, it simply represents the total power of the circuit. However, in AC circuits, Apparent Power is calculated as:

$$S = V_{(rms)} * I_{(rms)}$$

In terms of Active and Reactive Power, Apparent Power is calculated

as

$$S = P + jQ$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿ

'S' ಎಂದು ಸೂಚಿಸಲಾದ ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿಯ ಸಂಯೋಜನೆಯಾಗಿದೆ, ಇದು ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಗಣಿತದ ಪ್ರಕಾರ, ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅವುಗಳ ಹಂತದ ಕೋನವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸದೆಯೇ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಕರೆಂಟ್‌ನ ಮೂಲ ಸರಾಸರಿ ಚೌಕದ (RMS) ಮೌಲ್ಯಗಳ ಉತ್ಪನ್ನ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು kVA (ಕಿಲೋವೋಲ್ಟ್-ಆಂಪಿಯರ್) ಅಥವಾ MVA (ಮೆಗಾವೋಲ್ಟ್-ಆಂಪಿಯರ್) ನಂತಹ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

DC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಇದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ:

$$S = V_{(rms)} * I_{(rms)}$$

In terms of Active and Reactive Power, Apparent Power is calculated

as

$$S = P + jQ$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

उघड शक्ती

अपरंट पावर, ज्याला 'S' म्हणून दर्शविले जाते, हे सर्किटमधील सक्रिय शक्ती आणि प्रतिक्रियाशील शक्तीचे संयोजन आहे, जे एकूण शक्तीचे प्रतिनिधित्व करते. गणितीयदृष्ट्या, अपरंट पावर हे व्होल्टेज आणि करंटच्या रूट मीन स्केअर (RMS) व्हॅल्यूजचे गुणाकार म्हणून परिभाषित केले आहे, त्यांच्या फेज अँगलची पर्वा न करता. हे केव्हीए (किलोव्होल्ट-अँपिअर) किंवा एमव्हीए (मेगाव्होल्ट-अँपिअर) सारख्या युनिटमध्ये मोजले जाते. डीसी सर्किट्समध्ये, ते फक्त सर्किटची एकूण शक्ती दर्शवते. तथापि, एसी सर्किट्समध्ये, स्पष्ट शक्तीची गणना खालीलप्रमाणे केली जाते:

$$S = V_{(rms)} * I_{(rms)}$$

In terms of Active and Reactive Power, Apparent Power is calculated

as

$$S = P + jQ$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Power Triangle

The Power Triangle is a geometrical representation that illustrates the relationship between Active Power, Reactive Power, and Apparent Power by representing these quantities as vectors. It serves as a visual tool to showcase Active power, Reactive power, and Apparent power in a phasor diagram, with voltage acting as the reference phasor. This triangle is particularly valuable for determining the power factor of electrical circuits. Figure 2.17 shows detailed power triangle.

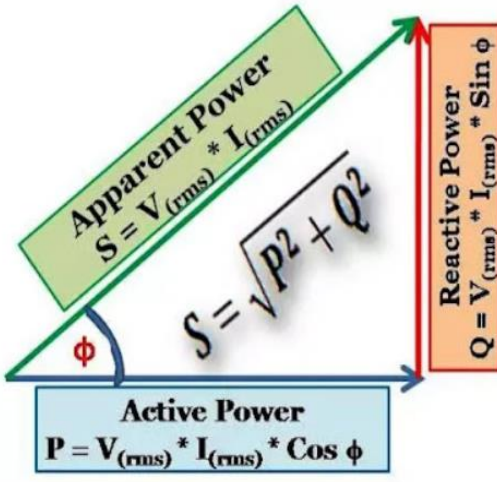


Figure 2.17: Power Triangle

ಪವರ್ ತ್ರಿಕೋನವು ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಪ್ರತಿನಿಧ್ಯವಾಗಿದ್ದು, ಈ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ವೆಕ್ಟರ್‌ಗಳಾಗಿ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಮೂಲಕ ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಫಾಸರ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಕ್ರಿಯ ಶಕ್ತಿ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸ್ಪಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲು ಇದು ದೃಶ್ಯ ಸಾಧನವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಉಲ್ಲೇಖದ ಹಂತವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ತ್ರಿಕೋನವು ವಿದ್ಯುತ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂಶವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಮೌಲ್ಯಯುತವಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ 2.17 ವಿವರವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ತ್ರಿಕೋನವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಪೌವರ್ ಟ್ರಿಗಲ್ हे एक भौमितीय प्रतिनिधित्व आहे जे या परिमाणांना वेक्टर म्हणून प्रस्तुत करून सक्रिय शक्ती, प्रतिक्रियाशील शक्ती आणि स्पष्ट शक्ती यांच्यातील संबंध स्पष्ट करते. हे व्होल्टेज संदर्भ फॅसर् म्हणून काम करत असलेल्या फॅसर् आकृतीमध्ये सक्रिय शक्ती, प्रतिक्रियात्मक शक्ती आणि स्पष्ट शक्ती दर्शविण्याचे दृश्य साधन म्हणून काम करते. इलेक्ट्रिकल सर्किट्सचे पॉवर फॅक्टर निर्धारित करण्यासाठी हा त्रिकोण विशेषतः मौल्यवान आहे. आकृती 2.17 तपशीलवार शक्ती त्रिकोण दर्शविते.

AC Circuits- Practice Problems

1. The voltage and current values of a 50Hz sinusoidal supply are given as: $v_t = 240 \sin(\omega t + 60^\circ)$ Volts and $i_t = 5 \sin(\omega t - 10^\circ)$ Amps respectively. Find the values of the instantaneous power and the average power absorbed by the circuit.

Solution:

From above, the instantaneous power absorbed by the circuit is given as:

$$p = v \times i = 240 (\sin \omega t + 60^\circ) \times 5 (\sin \omega t - 10^\circ)$$

$$p = 240 \times 5 \left[\sin(314.2t + 60^\circ) \sin(314.2t - 10^\circ) \right]$$

$$\therefore p = 1200 \left[\sin(314.2t + 60^\circ) \sin(314.2t - 10^\circ) \right]$$

Applying the trigonometric identity rule from above gives:

$$\sin A \sin B = \frac{1}{2} [\cos(A-B) - \cos(A+B)]$$

then:

$$p = \frac{V_m I_m}{2} [\cos \theta - \cos(2\omega t + \theta)]$$

$$p = \frac{240 \times 5}{2} [\cos(60 - (-10)) - \cos(2 \times 314.2t + 60 + (-10))]]$$

$$\therefore p = 600 [\cos(70^\circ) - \cos(628.4t + 50^\circ)]$$

or

$$p_{(t)} = 205.2 - 600 [\cos(628.4t + 50^\circ)] \text{ Watts}$$

The average power is then calculated as:

$$P_{(avg)} = \frac{V_m I_m}{2} \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$P_{(avg)} = \frac{240 \times 5}{2} \cos(60^\circ - (-10^\circ))$$

$$\therefore P_{(avg)} = 600 \cos(70^\circ) = 205.2 \text{ Watts}$$

2. A solenoid coil with a resistance of 30 ohms and an inductance of 200mH is connected to a 230VAC, 50Hz supply. Calculate: (a) the solenoids impedance, (b) the current consumed by the solenoid, (c) the phase angle between the current and the applied voltage, and (d) the average power consumed by the solenoid.

Solution:

$$R = 30\Omega, L = 200\text{mH}, V = 230\text{V and } f = 50\text{Hz.}$$

- (a) Impedance (Z) of the solenoid coil:

$$R = 30\Omega$$

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 200 \times 10^{-3} = 62.8\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{30^2 + 62.8^2} = 69.6\Omega$$

- (b) Current (I) consumed by the solenoid coil:

$$V = I \times Z$$

$$\therefore I = \frac{V}{Z} = \frac{230}{69.6} = 3.3 \text{ A}_{(\text{rms})}$$

- (c) The phase angle, θ :

$$\cos\theta = \frac{R}{Z}, \text{ or } \sin\theta = \frac{X_L}{Z}, \text{ or } \tan\theta = \frac{X_L}{R}$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{30}{69.6} = 0.431$$

$$\cos^{-1}(0.431) = 64.5^\circ \text{ lagging}$$

- (d) Average AC power consumed by the solenoid coil:

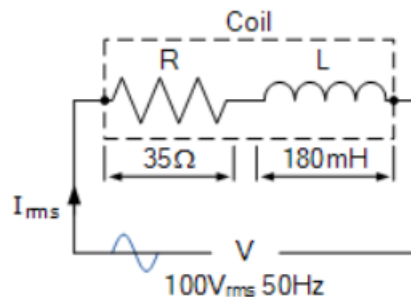
$$P = V \times I \times \cos\theta$$

$$P = 230 \times 3.3 \times \cos(64.5^\circ)$$

$$\therefore P = 327 \text{ watts}$$

3. A wound coil that has an inductance of 180mH and a resistance of 35Ω is connected to a 100V 50Hz supply. Calculate: a) the impedance of the coil, b) the current, c) the power factor, and d) the apparent power consumed. Also draw the resulting power triangle for the above coil.

Solution:



- (a) Impedance (Z) of the coil:

$$R = 35\Omega$$

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.18 = 56.6\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{35^2 + 56.6^2} = 66.5\Omega$$

- (b) Current (I) consumed by the coil:

$$V = I \times Z$$

$$\therefore I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{66.5} = 1.5 \text{ A}_{(rms)}$$

- (c) The power factor and phase angle, Φ :

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}, \text{ or } \sin\phi = \frac{X_L}{Z}, \text{ or } \tan\phi = \frac{X_L}{R}$$

$$\therefore \cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{35}{66.5} = 0.5263$$

$$\cos^{-1}(0.5263) = 58.2^\circ \text{ (lagging)}$$

(d) Apparent power (S) consumed by the coil:

$$P = V \times I \cos\phi = 100 \times 1.5 \times \cos(58.2^\circ) = 79\text{W}$$

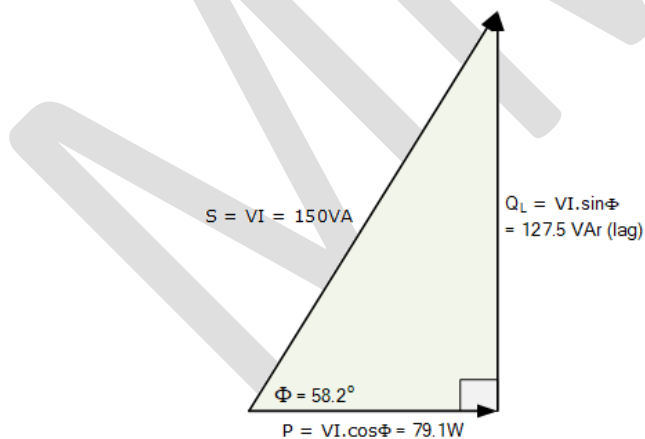
$$Q = V \times I \sin\phi = 100 \times 1.5 \times \sin(58.2^\circ) = 127.5\text{VAr}$$

$$S = V \times I = 100 \times 1.5 = 150\text{VA}$$

$$\text{or } S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\therefore S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{79^2 + 127.5^2} = 150\text{VA}$$

(e) Power triangle for the coil:



2.2 Three Phase Circuits

2.2.1 Generation of Three phase AC quantity

In a 3-phase system, there are three identical voltages or EMFs, all with the same frequency, and they exhibit a phase difference of 120 degrees between each other. These voltages can be generated using a three-phase AC generator, which consists of three identical windings positioned 120 degrees apart from one another electrically.

When these windings remain stationary while the magnetic field is rotated, as depicted in Figure A, or when the windings are fixed in place while the magnetic field rotates, as shown in Figure B, an electromotive force (emf) is induced in each winding. These induced EMFs share the same magnitude and frequency but are displaced from one another by an angular separation of 120 degrees.

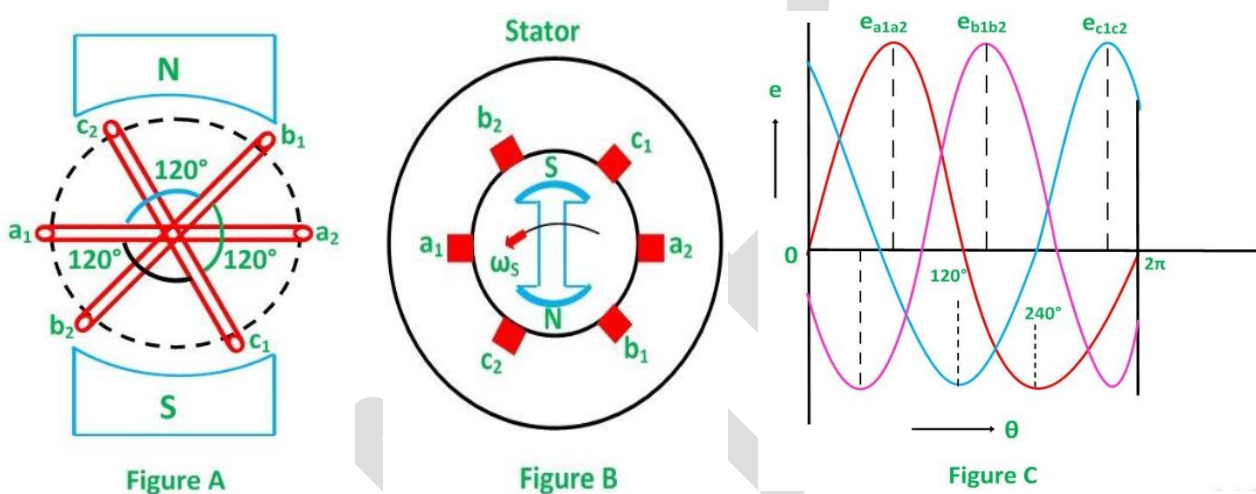


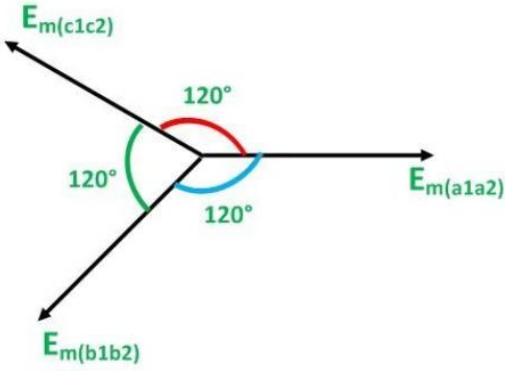
Figure 2.18: Three Identical Coils

Consider three identical coils labeled a_1a_2 , b_1b_2 , and c_1c_2 as depicted in the figure 2.18. In this diagram, a_1 , b_1 , and c_1 denote the starting terminals, while a_2 , b_2 , and c_2 represent the finishing terminals for these three coils. It is crucial to maintain a consistent phase difference of 120 degrees between the starting terminals a_1 , b_1 , and c_1 .

Now, when these three coils are mounted along the same axis and rotated in an anticlockwise direction at a rate of (ω) radians per second, EMFs are induced in each coil. In Figure C, we can analyze their magnitudes and directions as follows:

1. The EMF induced in coil a_1a_2 starts at zero and increases in the positive direction, as indicated by the waveform $e_{a_1a_2}$.
2. Coil b_1b_2 lags behind coil a_1a_2 by 120 electrical degrees. The EMF induced in b_1b_2 is negative and reaches its maximum negative value, as illustrated by the waveform $e_{b_1b_2}$.
3. Similarly, coil c_1c_2 lags behind coil b_1b_2 by 120 electrical degrees or is 240 degrees behind coil a_1a_2 . The EMF induced in c_1c_2 is positive and decreases, as shown in figure 2.18 C by the waveform $e_{c_1c_2}$.

Phasor Diagram



The EMFs induced in the three coils in 3 phase circuits are of the same magnitude and frequency and are displaced by an angle of 120 degrees from each other as shown below in the phasor diagram in figure 2.19.

These EMFs of 3 phase circuits can be expressed in the form of the various equations given below

Figure 2.19: Phasor Diagram

$$e_{a1a2} = E_m \sin \omega t$$

$$e_{b1b2} = E_m \sin(\omega t - 2\pi/3) = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_{c1c2} = E_m \sin(\omega t - 4\pi/3) = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

3-ಹಂತದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಮೂರು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ಇಎಮ್‌ಎಫ್‌ಗಳು ಇವೆ, ಎಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ಆವರ್ತನದೊಂದಿಗೆ, ಮತ್ತು ಅವು ಪರಸ್ಪರ ನಡುವೆ 120 ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಮೂರು-ಹಂತದ AC ಜನರೇಟರ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಈ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು, ಇದು ಮೂರು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ವಿಂಡ್‌ಗಳನ್ನು 120 ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸುತ್ತದೆ.

ಆಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವಾಗ ಈ ಅಂಕುಡೊಂಕುಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಉಳಿದಿರುವಾಗ, ಚಿತ್ರ A ಯಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ, ಅಥವಾ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ತಿರುಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾದಾಗ, ಚಿತ್ರ B ಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ, ಪ್ರತಿ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (ಇಎಮ್‌ಎಫ್) ಅನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್‌ಗಳು ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಆವರ್ತನವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಆದರೆ 120 ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಕೋನೀಯ ಬೇರ್ಪಡಿಕೆಯಿಂದ ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ 2.18 ರಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಿದಂತೆ a1a2, b1b2 ಮತ್ತು c1c2 ಎಂದು ಲೇಬಲ್ ಮಾಡಲಾದ ಮೂರು ಒಂದೇ ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ. ಈ ರೇಖಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ, a1, b1 ಮತ್ತು c1 ಆರಂಭಿಕ ಟರ್ಮಿನಲ್‌ಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ a2, b2 ಮತ್ತು c2 ಈ ಮೂರು ಸುರುಳಿಗಳಿಗೆ ಅಂತಿಮ ಟರ್ಮಿನಲ್‌ಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಆರಂಭಿಕ ಟರ್ಮಿನಲ್‌ಗಳು a1, b1 ಮತ್ತು c1 ನಡುವೆ 120 ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಸ್ಥಿರ ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯ.

ಈಗ, ಈ ಮೂರು ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ (ω) ರೇಡಿಯನ್‌ಗಳ ದರದಲ್ಲಿ ಅಪ್ರದಕ್ಷಿಣಾಕಾರ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ, ಪ್ರತಿ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ EMF ಗಳು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ C ಯಲ್ಲಿ, ನಾವು ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ನಿರ್ದೇಶನಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದು:

1. ಕಾಯಿಲ್ a1a2 ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತವಾದ EMF ಶೂನ್ಯದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು EA1a2 ತರಂಗರೂಪದಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದಂತೆ ಧನಾತ್ಮಕ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.
2. ಕಾಯಿಲ್ b1b2 ಕಾಯಿಲ್ a1a2 ಗಿಂತ 120 ವಿದ್ಯುತ್ ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟು ಹಿಂದುಳಿದಿದೆ. b1b2 ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿತವಾದ EMF ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು eb1b2 ತರಂಗರೂಪದಿಂದ ವಿವರಿಸಿದಂತೆ ಅದರ

गरीष्म, ऋणात्क मॊल्यवन्नु तलुपुत्तुदॆ.

3. अॊतॆयॆ, कायॆलॆ c1c2 कायॆलॆ b1b2 गॊत 120 ँलॆक्यॆकलॆ डॆगॆगलॆष्कु हॆदुडॆदॆदॆ अॆधवा कायॆलॆ a1a2 गॊत 240 डॆगॆ हॆदॆ इदॆ. c1c2 नलॆ, पॆरॆतवाद EMF धनात्कवागॆरुत्तुदॆ मत्तु 2.18 C तॆरॆगॆरुप ec1c2 नलॆ, तॆरॆरॆसॆरुवॊतॆ कडॆमॆयागुत्तुदॆ.

ढासॆरॆ रॆखाडॆतु

3 हॊतद सॆकॆरुसॆरुगलॆ, मॊरु सुॆरुलॆगलॆ, पॆरॆतवाद इवमॆवढाॆगलॆ डॊदॆ प्रमाॆण मत्तु अवतॆनवन्नु हॆदुदॆरुत्तुवॆ मत्तु डॆतु 2.19 रलॆन हॊत रॆखाडॆतुदलॆ, कॆगॆ तॆरॆरॆसॆरुवॊतॆ पॆरसॆरु 120 डॆगॆगलॆ कॆनदॆदॆदॆ सॆरुणॊतॆरॆसॆरुलॆगुत्तुदॆ:

3 हॊतद सॆकॆरुसॆरुगलॆ ँ इवमॆवढाॆगलॆ, कॆगॆ नॆडॆलॆद वॆवॆध सॆमॆरॆकॆरॆणगलॆ रॊपदलॆ, वॆरुत्तुपडॆसॆडॆदु

$$e_{a1a2} = E_m \sin \omega t$$

$$e_{b1b2} = E_m \sin(\omega t - 2\pi/3) = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_{c1c2} = E_m \sin(\omega t - 4\pi/3) = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

3-फेज सॆसॆरुममधु, तॆन सॆमान व्हॊलॆज कॆवा EMF असतात, सॆरुवॆ सॆमान वारॆवारॆसह, आणॆ तॆ ँकॆमॆकांमधु 120 अंशांका फेज फॆरक प्रदॆरुशॆत करतात. हॆ व्हॊलॆज थॆरॆ-फेज ँसॆरु जनॆरॆटर वापरुन तयार कॆलॆ जाऊ शकतात, ज्यामधु तॆन ँकॆसारखॆ वॆडॆंग असतात जॆ ँकॆमॆकांपासुन 120 अंश अंतरावर इलॆक्टॆरुकलॆ असतात.

आकृती A मधु दॆरुशॆवलॆयाप्रमाॆणॆ जॆव्हा डुंढकीय कॆतॆर फॆरत असताना हॆ वॆडॆंग स्थॆर राहतात कॆवा जॆव्हा डुंढकीय कॆतॆर फॆरत असताना वॆडॆंगस जागॆवर स्थॆर असतात, आकृती B मधु दॆरुशॆवलॆयाप्रमाॆणॆ, प्रत्यॆक वळणावर इलॆक्टॆरुमॊटॆव्ह फॊर्स (emf) प्रॆरॆत कॆलॆ जातॆ. हॆ प्रॆरॆत EMF सॆमान पॆरॆमाण आणॆ वारॆवारॆता सामायॆक करतात पॆरंतु 120 अंशांका कोनीय वॆडॆकॆतीनॆ ँकॆमॆकांपासुन वॆस्थापॆत होतात.

आकृती 2.18 मधु दॆरुशॆवलॆयाप्रमाॆणॆ a1a2, b1b2, आणॆ c1c2 लेबल कॆलॆलॆया तॆन सॆमान काँइलॆका वॆचार करा. या आकृतीमधु, a1, b1, आणॆ c1 सुरुवातीचॆ टॆरुमॆनल दॆरुशॆवतात, तर a2, b2 आणॆ c2 या तॆन काँइलॆसाठी अंतिम टॆरुमॆनल दॆरुशॆवतात. सुरुवातीका टॆरुमॆनलस a1, b1 आणॆ c1 मधील 120 अंशांका सातत्यपूर्ण फेज फॆरक राखणॆ महत्वाचॆ ँहॆ.

आता, जॆव्हा या तॆन्ही काँइलॆ ँकाच अक्षावर बसवॆलॆया जातात आणॆ (ω) रेडॆयन प्रॆतॆ सॆकंद या वेगानॆ घड्याळाका उलट दॆशॆनॆ फॆरवॆलॆया जातात, तॆव्हा प्रत्यॆक काँइलॆमधु EMFs प्रॆरॆत होतात. आकृती C मधु, आपण त्यांचॆ पॆरॆमाण आणॆ दॆशांचॆ खालीलप्रमाॆणॆ वॆशॆलॆषण करु शकतॊ:

1. वेवफॊर्म e_{a1a2} द्वारॆ दॆरुशॆवलॆयाप्रमाॆणॆ, काँइलॆ a1a2 मधु प्रॆरॆत EMF शून्यापासुन सुरु हॊतॆ आणॆ सॆकारात्मक दॆशॆनॆ वाढतॆ.
2. काँइलॆ b1b2 काँइलॆ a1a2 का 120 इलॆक्टॆरुकलॆ अंशांनी मागॆ ँहॆ. b1b2 मधु प्रॆरॆत EMF ऋण ँहॆ आणॆ e_{b1b2} तरंग द्वारॆ स्पॆरु कॆलॆयाप्रमाॆणॆ, त्याका कॆमाल ऋण मूल्यापर्यंत पॊहॊचतॆ.
3. त्याचप्रमाॆणॆ, काँइलॆ c1c2 काँइलॆ b1b2 का 120 इलॆक्टॆरुकलॆ अंशांनी मागॆ ँहॆ कॆवा काँइलॆ a1a2 का 240 अंश मागॆ ँहॆ. c1c2 मधु प्रॆरॆत EMF सॆकारात्मक ँहॆ आणॆ e_{c1c2} तरंग द्वारॆ आकृती 2.18 C मधु

दर्शविल्याप्रमाणे कमी होतो.

फासर आकृती

3 फेज सर्किट्समधील तीन कॉइल्समध्ये प्रेरित EMF समान परिमाण आणि वारंवारता आहेत आणि आकृती 2.19 मधील फासर आकृतीमध्ये खाली दर्शविल्याप्रमाणे एकमेकांपासून 120 अंशांच्या कोनाने विस्थापित होतात:

3 फेज सर्किट्सचे हे EMF खाली दिलेल्या विविध समीकरणांच्या स्वरूपात व्यक्त केले जाऊ शकतात

$$e_{a1a2} = E_m \sin \omega t$$

$$e_{b1b2} = E_m \sin(\omega t - 2\pi/3) = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_{c1c2} = E_m \sin(\omega t - 4\pi/3) = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

2.2.2 Advantages and Limitations of 3- phase over 1-phase

1. To transmit a specific power over a specific distance at a given rated voltage, a three-phase system needs less conductor material as compared to the single-phase system.
2. The size of a three-phase system operated machine is less than the machine operated at single phase voltage having the same output rating.
3. In a three-phase power supply system, the less voltage drop occurs from source to the load points,
4. A three-phase supply produces uniform rotating magnetic field therefore, three phase motors are simpler in construction, small in size and can be started automatically with smooth operation.
5. A polyphase system produces power at a constant rate in the load.
6. A three-phase system can transmit more power as compared to a single-phase system.
7. The efficiency of three phase operated devices and appliances is higher than the single-phase operated machines.
8. Three phase machines are less costly and more efficient.
9. A three-phase system provides constant power while a single-phase system provides pulsating power which leads to a smooth and vibration free operation of a 3- Φ machine as compared to the 1- Φ machines with noise and vibration.
10. The output rating of machines can be increased by increasing the number of phases in a system.

3-कंडद 1-कंडद अनुकूलगळु मत्तु मीतिगळु

1. निदिष्ण रॅल्ट व्हेल्व्हेज्नेल्लि निदिष्ण दूरदल्लि निदिष्ण शक्तीयन्नु रवानीसलु, सिंगल व्हेस सिस्तेमगे ह्हेलेसिदरे मूरु हंडद व्हेवस्सेगे कडिमे कंडक्चर वस्सु व्हेकगुत्तुद.
2. मूरु हंडद सिस्तेम जालित यंड्रद गत्रवु वंडे हंडद व्हेल्व्हेज्नेल्लि वंडे डेल्डवुल्ड रॅल्टिंग्नेल्लि क्कयनिर्वहिसुव यंड्रक्किंड कडिमेयगिद.
3. मूरु हंडद विदुत्त सरबराजु व्हेवस्सेयल्लि, कडिमे व्हेल्व्हेज्नेल्लि ड्राप मूलदिंद ल्हेल्ड प्पायिंडल्डगळिगे संभविसुत्तुद.
4. मूरु हंडद पुरेकेयु वकरोपद तिरुगुव कंडक्केत्तवन्नु लुत्तुदिसुत्तुद व्हेद्वरिंद, मूरु हंडद म्हेल्डारगळु निर्मणदल्लि सरलवगिरुत्तुवे, गत्रदल्लि व्हेक्कदगिरुत्तुवे मत्तु सुगम क्कयवर्णयेदिगे स्सुयंडजालितवगि

2.2.3 Star and Delta connection

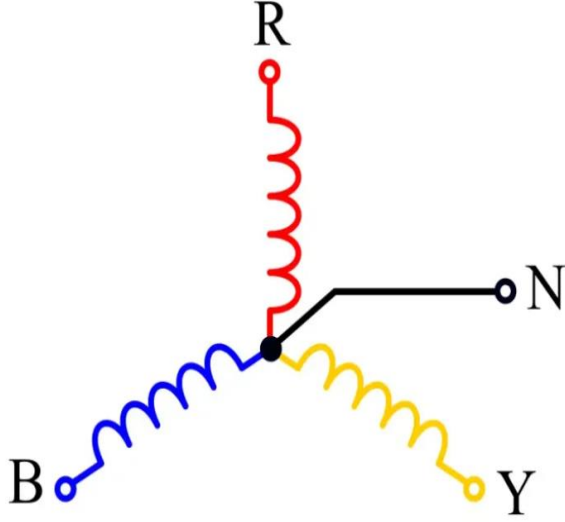


Figure 2.20 Star connected system

A star connection is a common electrical configuration in three-phase AC circuits, involving four conducting wires. Three of these wires carry the three-phase currents, while the fourth one is the neutral wire. The three-phase wires carry line currents with a phase difference of 120 degrees between each. Star connections are a preferred choice for long-distance power transmission due to the presence of the neutral wire.

The neutral wire serves a crucial role in safeguarding electrical equipment, such as transformers, by preventing over-current and over-voltage conditions.

It plays a pivotal role in converting unbalanced current flow within the three-phase system into a balanced current flow, which is essential for the protection of connected electrical and electronic equipment. Figure 2.20 illustrates a star-connected circuit. The relationships between three-phase line voltage and phase voltage, as well as line current and phase current, are as follows:

$$V_{line} = \sqrt{3}V_{phase} \dots (1)$$

$$I_{line} = I_{phase} \dots (2)$$

ನಕ್ಷತ್ರ ಸಂಪರ್ಕವು ಮೂರು-ಹಂತದ AC ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂರಚನೆಯಾಗಿದ್ದು, ನಾಲ್ಕು ವಾಹಕ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ತಂತಿಗಳು ಮೂರು-ಹಂತದ ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಒಯ್ಯುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ನಾಲ್ಕನೆಯದು ತಟಸ್ಥ ತಂತಿಯಾಗಿದೆ. ಮೂರು-ಹಂತದ ತಂತಿಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ನಡುವೆ 120 ಡಿಗ್ರಿಗಳ ಹಂತದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದೊಂದಿಗೆ ಲೈನ್ ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಸಾಗಿಸುತ್ತವೆ. ತಟಸ್ಥ ತಂತಿಯ ಉಪಸ್ಥಿತಿಯಿಂದಾಗಿ ದೂರದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಸರಣಕ್ಕೆ ಸ್ವಾರ್ ಸಂಪರ್ಕಗಳು ಆದ್ಯತೆಯ ಆಯ್ಕೆಯಾಗಿದೆ.

ತಟಸ್ಥ ತಂತಿಯು ಅತಿ-ಪ್ರವಾಹ ಮತ್ತು ಅತಿ-ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಮೂಲಕ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳಂತಹ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುವಲ್ಲಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಮೂರು-ಹಂತದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಳಗಿನ ಅಸಮತೋಲಿತ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವನ್ನು ಸಮತೋಲಿತ ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವಲ್ಲಿ ಇದು ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಸಂಪರ್ಕಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳ ರಕ್ಷಣೆಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ 2.20 ನಕ್ಷತ್ರ-ಸಂಪರ್ಕಿತ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಮೂರು-ಹಂತದ ಲೈನ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಹಂತದ ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಹಾಗೆಯೇ ಲೈನ್ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ಫೇಸ್ ಕರೆಂಟ್ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳು ಕೆಳಕಂಡಂತಿವೆ:

$$V_{line} = \sqrt{3}V_{phase} \dots (1)$$

$$I_{line} = I_{phase} \dots (2)$$

श्री-फेज एसी सर्किटमध्ये स्टार कनेक्शन हे एक सामान्य इलेक्ट्रिकल कॉन्फिगरेशन आहे, ज्यामध्ये चार कंडक्टिंग वायर असतात. यातील तीन तारांमध्ये श्री-फेज करंट असतो, तर चौथी वायर न्यूट्रल वायर असते. श्री-फेज वायर प्रत्येकामध्ये 120 अंशांच्या फेज फरकासह रेषा प्रवाह वाहून नेतात. तटस्थ वायरच्या उपस्थितीमुळे लांब-अंतराच्या पॉवर ट्रान्समिशनसाठी स्टार कनेक्शनला प्राधान्य दिले जाते.

विद्युत उपकरणे, जसे की ट्रान्सफॉर्मर, ओव्हर-करंट आणि ओव्हर-व्होल्टेज परिस्थितीस प्रतिबंध करून तटस्थ वायर महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. श्री-फेज सिस्टीममधील असंतुलित प्रवाह प्रवाहाला संतुलित विद्युत प्रवाहामध्ये रूपांतरित करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावते, जे कनेक्ट केलेल्या इलेक्ट्रिकल आणि इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांच्या संरक्षणासाठी आवश्यक आहे. आकृती 2.20 तारा-कनेक्ट केलेले सर्किट दाखवते. श्री-फेज लाइन व्होल्टेज आणि फेज व्होल्टेज, तसेच लाइन करंट आणि फेज करंट यांच्यातील संबंध खालीलप्रमाणे आहेत:

$$V_{line} = \sqrt{3}V_{phase} \dots (1)$$

$$I_{line} = I_{phase} \dots (2)$$

A delta connection, also known as a mesh connection, is a type of three-phase circuit configuration consisting of only three conducting wires that carry three-phase currents without the presence of a neutral wire. These three-phase wires are interconnected to form a delta shape. Figure 2.21 provides a visual representation of a three-phase delta circuit connection. In a delta circuit connection:

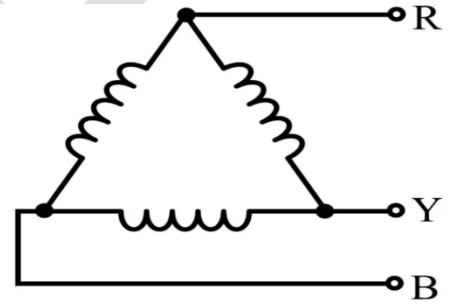


Figure 2.21 Delta connected system

1. The line current of each phase, represented by equation 3, is equal to $\sqrt{3}$ times the phase current.
2. The line voltage and phase voltage have the same magnitude, as indicated by equation 4.

$$I_{line} = \sqrt{3}I_{phase} \dots (3)$$

$$V_{line} = V_{phase} \dots (4)$$

ಡेल्टा संपर्कवन्नु मेश् संपर्क एन्दो करेयुत्तारे, इदु मूरु-हंतद सर्फोल्स कान्निगरेशनन एन्दु विधवागिदु, तडसु तंतिय लुपसितीयिल्लदे मूरु-हंतद प्रवाहकंनु सगिसुव केवल मूरु वाहक तंतिकंनु एलगुणुडिरुत्तदे. ए मूरु-हंतद तंतिकंनु डेल्टा अकारवन्नु रूपिसलु परस्पर संपर्क हूणुडिवे. चित्र 2.21 मूरु-हंतद डेल्टा सर्फोल्स संपर्कद दृश्य प्रतಿನिधयवन्नु एदगिसुत्तदे.

ಡೆಲ್ಟಾ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ:

1. ಸಮೀಕರಣ 3 ರಿಂದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಪ್ರತಿ ಹಂತದ ರೇಖೆಯ ಪ್ರವಾಹವು ಹಂತದ ಪ್ರವಾಹದ $\sqrt{3}$ ಪಟ್ಟು ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.
2. ಲೈನ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮತ್ತು ಹಂತದ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಸಮೀಕರಣ 4 ರಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದಂತೆ ಅದೇ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ.

$$I_{line} = \sqrt{3}I_{phase} \dots (3)$$

$$V_{line} = V_{phase} \dots (4)$$

ಡೆಲ್ಟಾ ಕನೆಕ್ಷನ್, ಜ್ಯಾಲಾ ಜಾಳಿ ಕನೆಕ್ಷನ್ ಮ್ಹಣುನಹಿ ಒಲಖಲೆ ಜಾತೆ, ತೀನ-ಫೆಜ ಸರ್ಕಿಟ್ ಕಾನ್ಫಿಗರೇಶನ್‌ಚಾ ಏಕ ಪ್ರಕಾರ ಆಹೆ ಜ್ಯಾಮಧ್ಯೆ ಫಕ್ತ ತೀನ ಕೆಂಡ್ಕಿಂಗ್ ವಾಯರ್ ಅಸತಾತ ಜ್ಯಾಮಧ್ಯೆ ತಟಸ್ಥ ವಾಯರ್ ನಸತಾನಾ ತೀನ-ಫೆಜ ಕರೆಂಟ್ ವಾಹುನ ಜಾತಾತ. ಯಾ ತ್ರೀ-ಫೆಜ ವಾಯರ್ಸ್ ಏಕಮೆಕಾಂಶಿ ಜೊಡುನ್ ಡೆಲ್ಟಾ ಆಕಾರ ತಯಾರ್ ಕರತಾತ. ಆಕೃತಿ 2.21 ತ್ರೀ-ಫೆಜ ಡೆಲ್ಟಾ ಸರ್ಕಿಟ್ ಕನೆಕ್ಷನ್‌ಚೆ ದೃಶ್ಯ ಪ್ರತಿನಿಧಿತ್ವ ಪ್ರದಾನ್ ಕರತೆ.

ಡೆಲ್ಟಾ ಸರ್ಕಿಟ್ ಕನೆಕ್ಷನ್‌ಮಧ್ಯೆ:

1. ಸಮೀಕರಣ 3 ದ್ವಾರೆ ದರ್ಶಿವಿಲ್ಯಾ ಜಾಣಾನ್ಯಾ ಪ್ರತ್ಯೆಕ ಟಪ್ಪ್ಯಾಚಾ ರೇಷಾ ಪ್ರವಾಹ, ಫೆಜ ಕರೆಂಟ್‌ಚ್ಯಾ $\sqrt{3}$ ಪಟ್ ಆಹೆ.
2. ಸಮೀಕರಣ 4 ದ್ವಾರೆ ದರ್ಶಿವಿಲ್ಯಾಪ್ರಮಾಣೆ ಲಾಙ್ನ್ ವ್ಹೋಲ್ಟೆಜ್ ಆಣಿ ಫೆಜ ವ್ಹೋಲ್ಟೆಜ್‌ಮಧ್ಯೆ ಸಮಾನ್ ಪರಿಮಾಣ ಆಹೆ.

$$I_{line} = \sqrt{3}I_{phase} \dots (3)$$

$$V_{line} = V_{phase} \dots (4)$$

3.1.2 Construction of a DC Generator

Figure 3.1 shows the schematic of DC generator

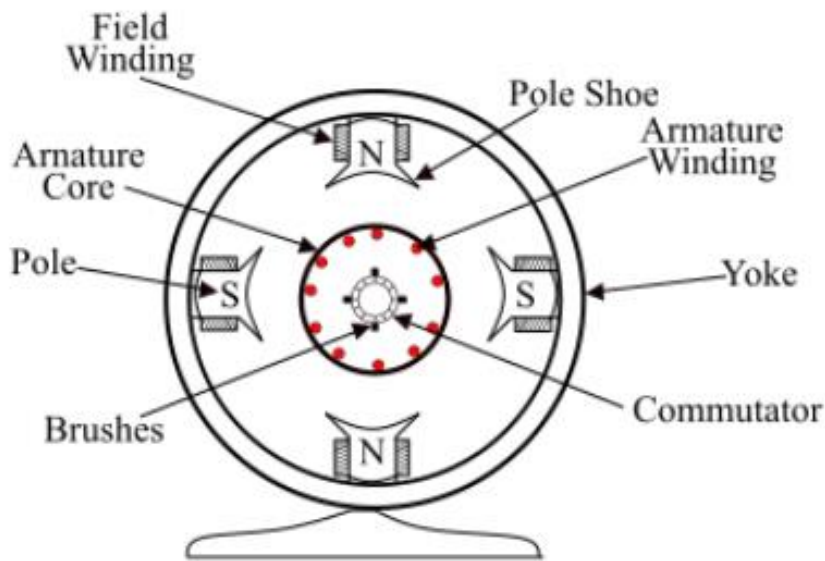


Figure 3.1 DC Generator schematic

A DC generator consists of six main parts, which are as follows

Yoke: The yoke in a DC generator is an outer frame typically made of materials like cast steel or rolled steel. It serves two key purposes:

Providing structural support and protective covering for the generator, including the field pole core.

Creating a pathway for the magnetic flux generated by the field winding to flow within the generator.

Magnetic Field System: The magnetic field system in a DC generator is the stationary part responsible for creating the primary magnetic flux. It consists of an even number of pole cores securely fastened to the yoke, and field windings are wound around these pole cores.

This field system features salient poles, where the pole cores project inward, and each pole core incorporates a curved pole shoe. The pole shoe serves a dual function:

1. Providing support for the field coils.
2. Enhancing the magnetic circuit's performance by increasing its cross-sectional area, which reduces reluctance.

In essence, the magnetic field system is vital for generating magnetic flux, and the pole shoes play a role in supporting field coils and optimizing the magnetic circuit.

The pole cores are constructed from thin laminated sheets of steel, with insulation between the sheets to minimize eddy current losses. The field coils are interconnected in a series arrangement. When current passes through these coils, it results in the creation of alternating north and south poles in the direction of rotation.

Armature Core :- The armature core in a DC generator is positioned on the shaft and rotates between the field poles. It features slots on its outer surface, where the armature conductors are placed. This core consists of soft iron laminations, which are insulated from one another and firmly held together.

In smaller machines, these laminations are directly attached to the shaft using key connections. However, in larger machines, they are typically mounted on a central structure known as a spider. The use of laminated armature cores is aimed at reducing eddy current losses.

Armature Winding :- Insulated conductors are inserted into the slots of the armature core and are connected in a specific arrangement known as armature winding. There are two primary types of armature windings employed: wave winding and lap winding.

Commutator:- A commutator serves as a mechanical rectifier, transforming the alternating electromotive force (emf) generated within the armature winding into direct voltage across the load terminals. It consists of wedge-shaped copper segments that are insulated both from each other and from the shaft by mica sheets. Each segment of the commutator is linked to the ends of the armature coils.

Brushes:- The brushes are affixed to the commutator and play a pivotal role in collecting current from the armature winding. These brushes are typically crafted from carbon and are housed within a metal container known as a brush holder. To ensure consistent and controlled contact, springs are employed to maintain a steady pressure exerted by the brushes on the commutator. Current flows from the armature winding to the external circuit through this connection between the commutator and the carbon brushes.

ಚಿತ್ರ 3.1 DC ಜನರೇಟರ್‌ನ ಸ್ಲೀಮ್ಯಾಟಿಕ್ ಅನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ

ಡಿ ಸಿ ಜನರೇಟರ್ ಆರು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ, ಅವುಗಳು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತಿವೆ

ನೋಟ: DC ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ನೋಟವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎರಕಹೊಯ್ದ ಉಕ್ಕು ಅಥವಾ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡ ಉಕ್ಕಿನಂತಹ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಹೊರ ಚೌಕಟ್ಟಾಗಿದೆ. ಇದು ಎರಡು ಪ್ರಮುಖ ಉದ್ದೇಶಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ:

ಫೀಲ್ಡ್ ಪೋಲ್ ಕೋರ್ ಸೇರಿದಂತೆ ಜನರೇಟರ್‌ಗೆ ರಚನಾತ್ಮಕ ಬೆಂಬಲ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದು.

ಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಹರಿವು ಜನರೇಟರ್‌ನೊಳಗೆ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ರಚಿಸುವುದು.

ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫೀಲ್ಡ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ :- DC ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫೀಲ್ಡ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಾಂತೀಯ ಹರಿವನ್ನು ರಚಿಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯುತ ಸ್ಥಾಯಿ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ಇದು ನೋಟಕ್ಕೆ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಲಾದ ಸಮ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪೋಲ್ ಕೋರ್‌ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಪೋಲ್ ಕೋರ್‌ಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಂಡ್‌ಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಕ್ಷೇತ್ರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಪ್ರಮುಖ ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಪೋಲ್ ಕೋರ್‌ಗಳು ಒಳಮುಖವಾಗಿ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಪೋಲ್ ಕೋರ್ ಬಾಗಿದ ಪೋಲ್ ಶೂ ಅನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪೋಲ್ ಶೂ ಎರಡು ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ:

1. ಕ್ಷೇತ್ರ ಸುರುಳಿಗಳಿಗೆ ಬೆಂಬಲವನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದು.

2. ಅದರ ಅಡ್ಡ-ವಿಭಾಗದ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಮೂಲಕ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು, ಇದು ಹಿಂಜರಿಕೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ, ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫೀಲ್ಡ್ ಸಿಸ್ಟಮ್ ಅತ್ಯಗತ್ಯ, ಮತ್ತು ಪೋಲ್ ಬೂಟುಗಳು ಕ್ಷೇತ್ರ ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಧ್ರುವ ಕೋರ್ಗಲನ್ನು ಉಕ್ಕಿನ ತಳುವಾದ ಲ್ಯಾಮಿನೇಟೆಡ್ ಶೀಟ್‌ಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ, ಎಡ್ಡಿ ಕರೆಂಟ್ ನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಹಾಳೆಗಳ ನಡುವೆ ನಿರೋಧನವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಕ್ಷೇತ್ರ ಸುರುಳಿಗಳು ಸರಣಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿವೆ. ಈ ಸುರುಳಿಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹಾದುಹೋದಾಗ, ತಿರುಗುವಿಕೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ ಉತ್ತರ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕೋರ್:- DC ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕೋರ್ ಅನ್ನು ಶಾಫ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕ್ಷೇತ್ರ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಅದರ ಹೊರ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಸ್ಲಾಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೋರ್ ಮೃದುವಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಲ್ಯಾಮಿನೇಷನ್‌ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ, ಅವುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ದೃಢವಾಗಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿದಿರುತ್ತವೆ.

ಸಣ್ಣ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ಈ ಲ್ಯಾಮಿನೇಷನ್‌ಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಕೀ ಸಂಪರ್ಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಶಾಫ್ಟ್‌ಗೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ದೊಡ್ಡ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸ್ಪೈಡರ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಕೇಂದ್ರ ರಚನೆಯ ಮೇಲೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಲ್ಯಾಮಿನೇಟೆಡ್ ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕೋರ್‌ಗಳ ಬಳಕೆಯು ಎಡ್ಡಿ ಕರೆಂಟ್ ನಷ್ಟಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಗುರಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಆರ್ಮೇಚರ್ ವೈಂಡಿಂಗ್:- ಇನ್ಸುಲೇಟೆಡ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕೋರ್‌ನ ಸ್ಲಾಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆರ್ಮೇಚರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್ಮೇಚರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವಿಧಗಳಿವೆ: ತರಂಗ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಲ್ಯಾಪ್ ವಿಂಡಿಂಗ್.

ಕಮ್ಯುಟೇಟರ್:- ಕಮ್ಯುಟೇಟರ್ ಯಾಂತ್ರಿಕ ರಿಕ್ವಿಫೈಯರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ, ಆರ್ಮೇಚರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪರ್ಯಾಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (ಇಎಮ್‌ಎಫ್) ಅನ್ನು ಲೋಡ್ ಟರ್ಮಿನಲ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನೇರ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಬೆಣೆ-ಆಕಾರದ ತಾಮ್ರದ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ, ಇವುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಮತ್ತು ಶಾಫ್ಟ್‌ನಿಂದ ಮೈಕಾ ಹಾಳೆಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಮ್ಯುಟೇಟರ್‌ನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಭಾಗವು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಾಯಿಲ್‌ಗಳ ತುದಿಗಳಿಗೆ ಲಿಂಕ್ ಆಗಿದೆ.

ಕುಂಚಗಳು:- ಬ್ರಷ್‌ಗಳನ್ನು ಕಮ್ಯುಟೇಟರ್‌ಗೆ ಅಂಟಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆರ್ಮೇಚರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಿಂದ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕುಂಚಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾರ್ಬನ್‌ನಿಂದ ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಬ್ರಷ್ ಹೋಲ್ಡರ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಲೋಹದ ಕಂಟೇನರ್‌ನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ಥಿರವಾದ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ಕಮ್ಯುಟೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಬ್ರಷ್‌ಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಿರವಾದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಮ್ಯುಟೇಟರ್ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬನ್ ಕುಂಚಗಳ ನಡುವಿನ ಈ ಸಂಪರ್ಕದ ಮೂಲಕ ಆರ್ಮೇಚರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಿಂದ ಬಾಹ್ಯ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗೆ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿಯುತ್ತದೆ.

आकृती 3.1 DC जनरेटरची योजना दर्शवते

डीसी जनरेटरमध्ये सहा मुख्य भाग असतात, जे खालीलप्रमाणे आहेत

योक: DC जनरेटरमधील योक ही एक बाह्य फ्रेम असते जी सामान्यतः कास्ट स्टील किंवा रोल केलेल्या स्टीलसारख्या सामग्रीपासून बनविली जाते. हे दोन मुख्य उद्देश पूर्ण करते:

फील्ड पोल कोअरसह जनरेटरसाठी स्ट्रक्चरल सपोर्ट आणि संरक्षणात्मक आच्छादन प्रदान करणे.

फील्ड विंडिंगद्वारे व्युत्पन्न झालेल्या चुंबकीय प्रवाहाचा जनरेटरमध्ये प्रवाह करण्यासाठी मार्ग तयार करणे.

चुंबकीय क्षेत्र प्रणाली :- DC जनरेटरमधील चुंबकीय क्षेत्र प्रणाली प्राथमिक चुंबकीय प्रवाह तयार करण्यासाठी जबाबदार स्थिर भाग आहे. यात जूला सुरक्षितपणे जोडलेल्या सम संख्येच्या पोल कोर असतात आणि या पोल कोअरभोवती फील्ड विंडिंग जखमेच्या असतात.

या फील्ड सिस्टममध्ये ठळक ध्रुव आहेत, जेथे पोल कोअर आतील बाजूस प्रक्षेपित होते आणि प्रत्येक पोल कोअरमध्ये वक्र पोल शू समाविष्ट आहे. पोल शू दुहेरी कार्य करते:

1. फील्ड कॉइलसाठी समर्थन प्रदान करणे.
2. चुंबकीय सर्किटचे क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र वाढवून त्याचे कार्यप्रदर्शन वाढवणे, ज्यामुळे अनिच्छा कमी होते.

थोडक्यात, चुंबकीय प्रवाह निर्माण करण्यासाठी चुंबकीय क्षेत्र प्रणाली महत्वाची आहे आणि पोल शूज फील्ड कॉइलला समर्थन देण्यासाठी आणि चुंबकीय सर्किटला अनुकूल करण्यात भूमिका बजावतात.

पोल कोर स्टीलच्या पातळ लॅमिनेटेड शीटपासून तयार केले जातात, शीटमध्ये इन्सुलेशनसह एडी वर्तमान नुकसान कमी होते. फील्ड कॉइल्स मालिका व्यवस्थेमध्ये एकमेकांशी जोडलेले आहेत. जेव्हा विद्युतप्रवाह या कॉइल्समधून जातो तेव्हा त्याचा परिणाम परिभ्रमणाच्या दिशेने पर्यायी उत्तर आणि दक्षिण ध्रुव तयार होतो.

आर्मेचर कोर :- डीसी जनरेटरमधील आर्मेचर कोर शाफ्टवर स्थित असतो आणि फील्ड पोलमध्ये फिरतो. यात त्याच्या बाह्य पृष्ठभागावर स्लॉट आहेत, जेथे आर्मेचर कंडक्टर ठेवलेले आहेत. या कोरमध्ये मऊ लोखंडी लॅमिनेशन असतात, जे एकमेकांपासून इन्सुलेटेड असतात आणि घट्टपणे एकत्र ठेवतात.

लहान मशीनमध्ये, हे लॅमिनेशन की जोडणी वापरून थेट शाफ्टला जोडलेले असतात. तथापि, मोठ्या मशीनमध्ये, ते सामान्यतः स्पायडर म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या मध्यवर्ती संरचनेवर बसवले जातात. लॅमिनेटेड आर्मेचर कोरचा वापर एडी वर्तमान नुकसान कमी करण्याच्या उद्देशाने आहे.

आर्मेचर विंडिंग :- इन्सुलेटेड कंडक्टर आर्मेचर कोरच्या स्लॉटमध्ये घातले जातात आणि आर्मेचर विंडिंग म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या विशिष्ट व्यवस्थेमध्ये जोडलेले असतात. आर्मेचर विंडिंगचे दोन प्राथमिक प्रकार आहेत: वेव्ह वाइंडिंग आणि लॅप वाइंडिंग.

कम्युटेटर:- कम्युटेटर एक यांत्रिक रेक्टिफायर म्हणून काम करतो, आर्मेचर विंडिंगमध्ये तयार होणारे वैकल्पिक इलेक्ट्रोमोटिव्ह फोर्स (ईएमएफ) लोड टर्मिनल्सवर थेट व्होल्टेजमध्ये बदलतो. यात पाचर-आकाराचे तांबे भाग असतात जे एकमेकांपासून आणि शाफ्टमधून अभ्रक पत्र्यांद्वारे इन्सुलेटेड असतात. कम्युटेटरचा प्रत्येक विभाग आर्मेचर कॉइलच्या टोकाशी जोडलेला असतो.

ब्रशेस:- ब्रशेस कम्युटेटरला चिकटवले जातात आणि आर्मेचर विंडिंगमधून विद्युत प्रवाह गोळा करण्यात महत्वाची भूमिका बजावतात. हे ब्रश सामान्यतः कार्बनपासून तयार केले जातात आणि ब्रश होल्डर म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या धातूच्या कंटेनरमध्ये ठेवलेले असतात. सातत्यपूर्ण आणि नियंत्रित संपर्क सुनिश्चित करण्यासाठी, कम्युटेटरवर ब्रशेसद्वारे दबाव स्थिर ठेवण्यासाठी स्प्रिंग्सचा वापर केला जातो. कम्युटेटर आणि कार्बन ब्रशेस यांच्यातील या कनेक्शनद्वारे आर्मेचर विंडिंगपासून बाह्य सर्किटमध्ये प्रवाह प्रवाहित होतो.

3.1.3 Induced emf expression

If the magnetic flux through a coil is changed, a voltage will be produced. This voltage is known as the induced emf.

$$\text{emf} = \text{number of turns} \times \frac{\text{change in flux}}{\text{change in time}}$$

$$e = -N \frac{d\phi}{dt}$$

ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿ

ಸುರುಳಿಯ ಮೂಲಕ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಅನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$\text{emf} = \text{number of turns} \times \frac{\text{change in flux}}{\text{change in time}}$$

$$e = -N \frac{d\phi}{dt}$$

ಪ್ರೇರಿತ emf ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿ

ಕಾಂಪೌಂಡ್ ಪ್ರವಾಹ ಬದಲಾಯಿಸಿ, ವೋಲ್ಟೇಜ್ ತಯಾರ್ ಹೋಲಿ. ಹೆ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಮುಖಾಂತಿ ಆಯ್ಕೆ ಆಗಿರುತ್ತೆ.

$$\text{emf} = \text{number of turns} \times \frac{\text{change in flux}}{\text{change in time}}$$

$$e = -N \frac{d\phi}{dt}$$

3.1.4 Types of generators, Relation between induced emf and terminal voltage

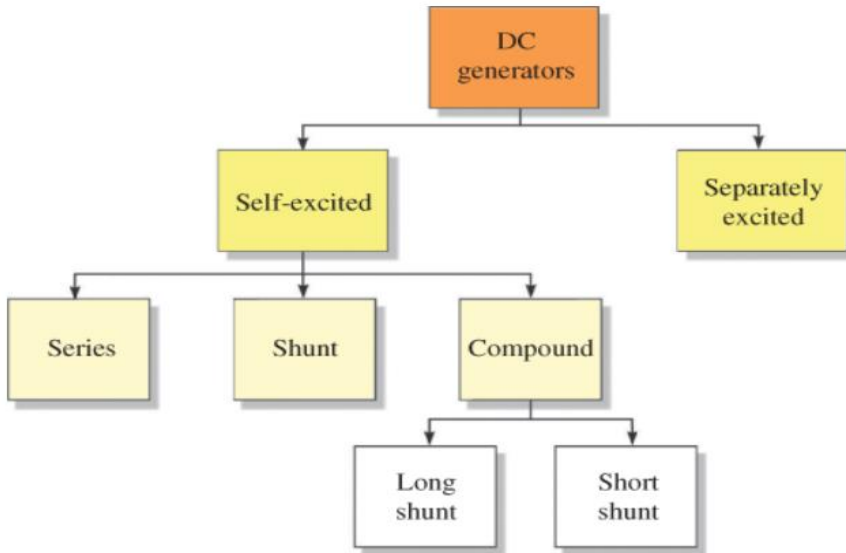


Figure 3.2: Classification of DC Generators

Separately Excited DC Generators

In this system, an external DC source, such as a battery, is employed to power the field magnets. As the rotational speed increases, it can generate a higher electromotive force (EMF) and voltage in the output. Figure 3.3 presents the circuit diagram for separately excited DC generators, with the following symbols used:

I_L = Load current

I_a = Armature current

E_g = Generated EMF (Electromagnetic Force)

V = Terminal voltage

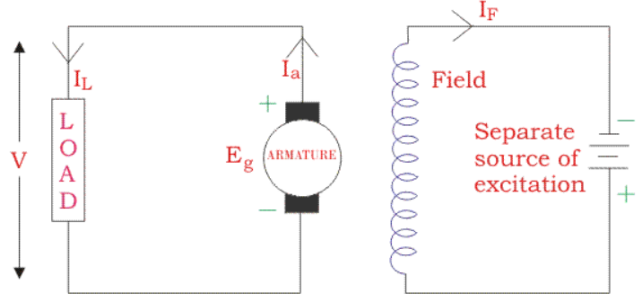


Figure 3.3: Separately excited DC Generator

The generated power and the delivered power to the external force can be calculated as:

$$I_a = I_l = I$$

$$I_a = I_l = I$$

$$V = IR_a$$

$$V = IR_a$$

$$P_g = E_g \times I$$

$$P_g = E_g \times I$$

$$P_l = VI$$

$$P_l = VI$$

ಜನರೇಟರ್‌ಗಳ ವಿಧಗಳು, ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಮತ್ತು ಟರ್ಮಿನಲ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ

ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ DC ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು

ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಫೀಲ್ಡ್ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ತುಂಬಲು ಬ್ಯಾಟರಿಯಂತಹ ಬಾಹ್ಯ DC ಮೂಲವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತಿರುಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ, ಇದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (EMF) ಮತ್ತು ಔಟ್‌ಪುಟ್‌ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 3.3 ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಪ್ರಚೋದಿಸಿದ DC ಜನರೇಟರ್‌ಗಳಿಗಾಗಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸುತ್ತದೆ, ಈ ಕೆಳಗಿನ ಚಿಹ್ನೆಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ:

I_L = Load current

I_a = Armature current

E_g = Generated EMF (Electromagnetic Force)

V = Terminal voltage

ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯ ಬಲಕ್ಕೆ ವಿತರಿಸಲಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು:

$$I_a = I_l = I$$

$$V = IR_a$$

$$P_g = E_g \times I$$

$$P_l = VI$$

जनरेटरचे प्रकार, प्रेरित ईएमएफ आणि टर्मिनल व्होल्टेजमधील संबंध

स्वतंत्रपणे उत्तेजित डीसी जनरेटर

या प्रणालीमध्ये, बाह्य DC स्रोत, जसे की बॅटरी, फील्ड मॅग्नेटला शक्ती देण्यासाठी कार्यरत आहे. रोटेशनल गती वाढल्याने, ते आउटपुटमध्ये उच्च इलेक्ट्रोमोटिव्ह फोर्स (EMF) आणि व्होल्टेज निर्माण करू शकते. आकृती 3.3 खालील चिन्हांसह, स्वतंत्रपणे उत्तेजित डीसी जनरेटरसाठी सर्किट आकृती सादर करते:

I_L = Load current

I_a = Armature current

E_g = Generated EMF (Electromagnetic Force)

V = Terminal voltage

व्युत्पन्न केलेली शक्ती आणि बाह्य शक्तीला दिलेली शक्ती अशी गणना केली जाऊ शकते:

$$I_a = I_l = I$$

$$V = IR_a$$

$$P_g = E_g \times I$$

$$P_l = VI$$

Self-Excited DC Generators

Self-excited DC generators are equipped with field magnets that receive their excitation from the generated current within the generator itself, with the field coils connected internally to the armature. Initially, there is some residual magnetism in the poles. As the armature rotates, a small current is produced, and this current flows through the field coils along with the load, thereby reinforcing the pole flux. This increase in pole flux leads to higher electromotive force (EMF) and current output, and this cumulative process continues until the desired excitation level is achieved. Self-excited DC generators are categorized based on their field coils and their positioning into the following types:

1. Shunt Wound Generators
2. Compound Wound Generators
3. Series Wound Generators

Shunt Wound DC Generators

The field windings are connected in parallel with the armature conductors to provide excitation to the generator. These field windings consist of insulated coils that carry current and generate the necessary magnetic field for the generator's excitation.

In a shunt generator, the excitation initially relies on the residual magnetism present in the poles. The field windings in a shunt-wound generator have the same voltage as the terminals; however, the actual voltage value depends on the load and the generator's speed.

The circuit diagram for this type of generator is depicted in Figure 3.4.

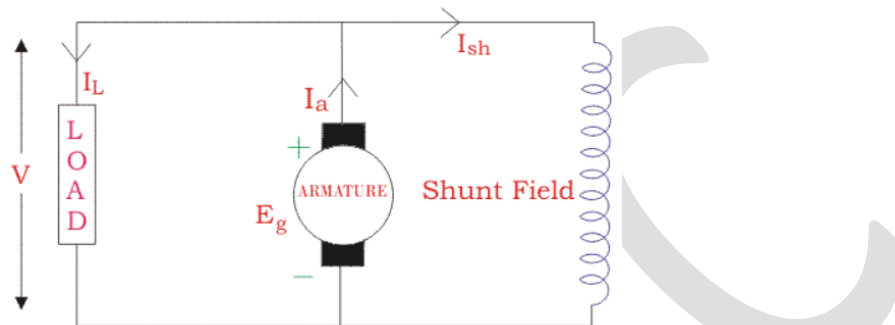


Figure 3.4: Shunt Wound Generator

where:

V = Terminal voltage

E_g = Generated EMF

I_{sh} = Current flowing through the shunt field

I_a = Armature current

I_L = Load current

R_{sh} = Shunt winding resistance

R_a = Armature resistance

Armature current I_a consists of two parts of shunt field current I_{sh} and load current I_L .

$$I_a = I_{sh} + I_L$$

When the I_L is the maximum, the effective power for the load would be the maximum. As a result, it is better to keep the shunt current as low as possible. So it is reasonable to keep the resistance of the shunt high.

$$I_{sh} = \frac{V}{R_{sh}}$$

$$V = E_g - I_a R_a$$

ಸ್ವಯಂ-ಉತ್ಪಾದಕ DC ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು

ಸ್ವಯಂ-ಪ್ರಚೋದಿತ DC ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು ಫೀಲ್ಡ್ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿಯೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ತಮ್ಮ ಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ, ಕ್ಷೇತ್ರ ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಆರ್ಮೇಚರ್‌ಗೆ ಆಂತರಿಕವಾಗಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ, ಧ್ರುವಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಉಳಿದಿರುವ ಕಾಂತೀಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಆರ್ಮೇಚರ್ ತಿರುಗಿದಾಗ, ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರವಾಹವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಈ ಪ್ರವಾಹವು ಲೋಡ್ ಜೊತೆಗೆ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸುರುಳಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತದೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಧ್ರುವದ ಹರಿವನ್ನು ಬಲಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಧ್ರುವದ ಹರಿವಿನ ಈ ಹೆಚ್ಚಳವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (EMF) ಮತ್ತು ಪ್ರಸ್ತುತ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಪ್ರಚೋದನೆಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸಾಧಿಸುವವರೆಗೆ ಈ ಸಂಚಿತ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಸ್ವಯಂ-ಉತ್ಪಾದಕ DC ಜನರೇಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸುರುಳಿಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪ್ರಕಾರಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ:

1. ಷಂಟ್ ಗಾಯದ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು
2. ಸಂಯುಕ್ತ ಗಾಯದ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು
3. ಸರಣಿ ಗಾಯದ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು

ಷಂಟ್ ವೂಂಡ್ ಡಿಸಿ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು

ಜನರೇಟರ್‌ಗೆ ಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಂಡ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಂಡ್‌ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸಾಗಿಸುವ ಮತ್ತು ಜನರೇಟರ್‌ನ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಇನ್ಸುಲೇಟೆಡ್ ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ಷಂಟ್ ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿ, ಪ್ರಚೋದನೆಯು ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಧ್ರುವಗಳಲ್ಲಿ ಉಳಿದಿರುವ ಕಾಂತೀಯತೆಯ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದೆ. ಷಂಟ್-ಗಾಯದ ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಂಡ್‌ಗಳು ಟರ್ಮಿನಲ್‌ಗಳಂತೆಯೇ ಅದೇ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ; ಆದಾಗ್ಯೂ, ನಿಜವಾದ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಮೌಲ್ಯವು ಲೋಡ್ ಮತ್ತು ಜನರೇಟರ್‌ನ ವೇಗವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ಜನರೇಟರ್‌ನ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 3.4 ರಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಎಲ್ಲಿ:

V = Terminal voltage

E_g = Generated EMF

I_{sh} = Current flowing through the shunt field

I_a = Armature current

I_L = Load current

R_{sh} = Shunt winding resistance

R_a = Armature resistance

ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕರೆಂಟ್ I_a ಷಂಟ್ ಫೀಲ್ಡ್ ಕರೆಂಟ್ I_{sh} ಮತ್ತು ಲೋಡ್ ಕರೆಂಟ್ I_L ನ ಎರಡು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ.

$$I_a = I_{sh} + I_L$$

I_L ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿದ್ದಾಗ, ಲೋಡ್‌ಗೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಶಕ್ತಿಯು ಗರಿಷ್ಠವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಷಂಟ್ ಕರೆಂಟ್ ಅನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಇರಿಸುವುದು ಉತ್ತಮ. ಆದ್ದರಿಂದ ಷಂಟ್

ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಮಂಜಸವಾಗಿದೆ.

$$I_{sh} = \frac{V}{R_{sh}}$$

$$V = E_g - I_a R_a$$

ಸ್ವಯಂ-उत्साहीत डीसी जनरेटर

स्वयं-उत्तेजित डीसी जनरेटर फील्ड मॅग्नेटसह सुसज्ज आहेत जे जनरेटरमध्येच व्युत्पन्न केलेल्या विद्युत् प्रवाहातून उत्तेजित होतात, फील्ड कॉइल आर्मेचरला अंतर्गत जोडलेले असतात. सुरुवातीला, ध्रुवांमध्ये काही अवशिष्ट चुंबकत्व असते. आर्मेचर फिरत असताना, एक लहान प्रवाह तयार होतो आणि हा प्रवाह भारासह फील्ड कॉइलमधून वाहतो, ज्यामुळे पोल प्लक्सला मजबुती मिळते. पोल प्लक्समध्ये ही वाढ उच्च इलेक्ट्रोमोटिव्ह फोर्स (EMF) आणि वर्तमान आउटपुटकडे नेत आहे आणि ही एकत्रित प्रक्रिया इच्छित उत्तेजनाची पातळी प्राप्त होईपर्यंत चालू राहते. सेल्फ-एक्सायटेड डीसी जनरेटरचे वर्गीकरण त्यांच्या फील्ड कॉइल्स आणि त्यांच्या स्थितीनुसार खालील प्रकारांमध्ये केले जाते:

1. शंट वाऊंड जनरेटर
2. कंपाऊंड जखम जनरेटर
3. मालिका जखम जनरेटर

शंट वाऊंड डीसी जनरेटर

जनरेटरला उत्तेजन देण्यासाठी फील्ड विंडिंग्स आर्मेचर कंडक्टरसह समांतर जोडलेले आहेत. या फील्ड विंडिंग्समध्ये इन्सुलेटेड कॉइल असतात जे विद्युत् प्रवाह वाहून नेतात आणि जनरेटरच्या उत्तेजनासाठी आवश्यक चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतात.

शंट जनरेटरमध्ये, उत्तेजना सुरुवातीला ध्रुवांमध्ये असलेल्या अवशिष्ट चुंबकत्वावर अवलंबून असते. शंट-वाऊंड जनरेटरमधील फील्ड विंडिंग्समध्ये टर्मिनल्ससारखेच व्होल्टेज असते; तथापि, वास्तविक व्होल्टेज मूल्य लोड आणि जनरेटरच्या गतीवर अवलंबून असते.

या प्रकारच्या जनरेटरसाठी सर्किट आकृती आकृती 3.4 मध्ये दर्शविली आहे.

कुठे:

V = Terminal voltage

E_g = Generated EMF

I_{sh} = Current flowing through the shunt field

I_a = Armature current

I_L = Load current

R_{sh} = Shunt winding resistance

R_a = Armature resistance

आर्मेचर करंट I_a मध्ये शंट फील्ड करंट I_{sh} आणि लोड करंट I_L चे दोन भाग असतात.

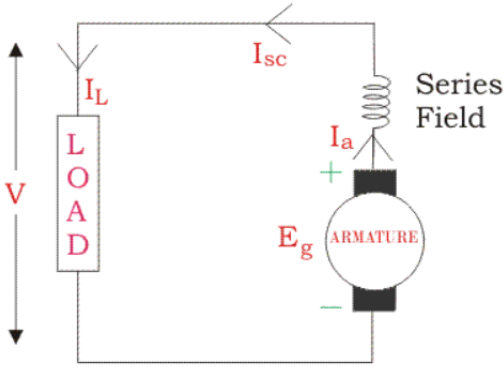
$$I_a = I_{sh} + I_L$$

जेव्हा I_L कमाल असेल, तेव्हा लोडसाठी प्रभावी शक्ती जास्तीत जास्त असेल. परिणामी, शंट प्रवाह शक्य तितक्या कमी ठेवणे चांगले आहे. त्यामुळे शंटचा प्रतिकार उच्च ठेवणे वाजवी आहे.

$$I_{sh} = \frac{V}{R_{sh}}$$

$$V = E_g - I_a R_a$$

Series wound generators



In series-wound generators, the field winding is connected in series with the armature conductors. This type of generator is represented by the circuit diagram shown in Figure 3.5. In series-wound generators, the current flowing through the field coil is identical to the load current, and it flows through both the field winding and the load. Field windings in series-wound generators are designed with a relatively small number of turns and employ thick wires to achieve low electrical resistance. This configuration allows for effective operation in series

generators

with the load.

$$I_a = I_l = I_{sc} = I$$

$$V = E_g - I^2 \times R_a$$

सरणी wound जनरेटरगळ

सरणी-गायद जनरेटरगळलि, क्खेत्र विन्डिंग ऑर्मेचर कंडक्टरगळेंदिके सरणीयलि संपर्क हेंदिके. ए रीतिय जनरेटर अन्नु चित्र 3.5 रलि त्तेरिसिरुव संकूर्स र्खेत्रदिन्द प्रतिसिधिसलगुत्तुदे. सरणी-गायद जनरेटरगळलि, फील्ड क्कामिल मूलक हरियुव प्रवाहवु ल्तेर प्रवाहके ह्तेरुत्तुदे, मत्तु इदु क्खेत्र विन्डिंग मत्तु ल्तेर वरडर मूलकवु हरियुत्तुदे.

सरणी-गायद जनरेटरगळलिन् फील्ड विन्डिंगन्नु तुलनात्कवुगि कडिमे संख्येय तिरुवुगळेंदिके विन्नासगुलिसलगिद मत्तु कडिमे विदुत् प्रतिसिधिसलगुत्तुदे. ए संरचनेयु ल्तेरुत्तुदिके सरणीयलि परिणामकारि कार्याचरनेयन्नु अनुमतिसुत्तुदे.

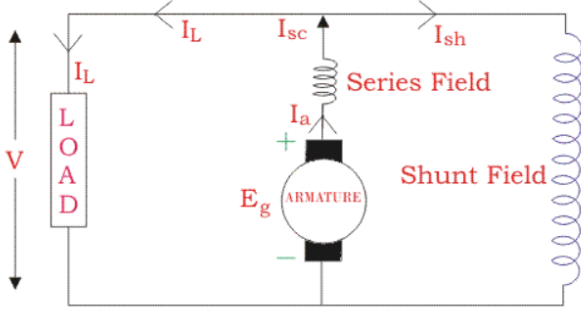
$$I_a = I_l = I_{sc} = I$$

$$V = E_g - I^2 \times R_a$$

शकते: शॉर्ट शंट कंपाउंड जखम जनरेटर आणि लॉग शंट कंपाउंड जखम जनरेटर.

Long Shunt Compound DC Generators

In long shunt compound DC generators, the shunt windings are parallel with both series field and armature. The circuit diagram for this type is as in figure 3.6



The currents in the circuit are:

$$I_{sh} = \frac{V}{R_{sh}}$$

$$I_{cs} = I_l + I_{sh}$$

$$I_{cs} = I_a$$

Figure 3.6 Long Shunt Compound DC Generators

The load voltage is equal to

$$V = E_g - I_a(R_a - R_{sc})$$

ಲಾಂಗ್ ಷಂಟ್ ಕಾಂಪೌಂಡ್ ಡಿಸಿ ಜನರೇಟರ್‌ಗಳು

ದೀರ್ಘ ಷಂಟ್ ಸಂಯುಕ್ತ DC ಜನರೇಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಷಂಟ್ ವಿಂಡ್‌ಗಳು ಸರಣಿ ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಎರಡಕ್ಕೂ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರಕಾರದ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ರೇಖಾಚಿತ್ರವು ಚಿತ್ರ 3.6 ರಲ್ಲಿದೆ

ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹಗಳು:

$$I_{sh} = \frac{V}{R_{sh}}$$

$$I_{cs} = I_l + I_{sh}$$

$$I_{cs} = I_a$$

ಲೋಡ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ

$$V = E_g - I_a(R_a - R_{sc})$$

ಲಾಂಗ್ ಶಂಟ್ ಕಂಪಾೌಂಡ್ ಡಿಸಿ ಜನರೇಟರ್

ಲಾಂಗ್ ಶಂಟ್ ಕಂಪಾೌಂಡ್ ಡಿಸಿ ಜನರೇಟರ್‌ನಲ್ಲಿ, ಶಂಟ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನು ಮಾಲಿಕಾ ಫೀಲ್ಡ್ ಮತ್ತು ಆರ್ಮೇಚರ್ ದೋನ್ಹಿ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕಾರದ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಡಯಾಗ್ರಾಮ್ ಚಿತ್ರ 3.6 ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದೆ.

सर्किटमधील प्रवाह आहेत:

$$I_{sh} = \frac{V}{R_{sh}}$$

$$I_{cs} = I_l + I_{sh}$$

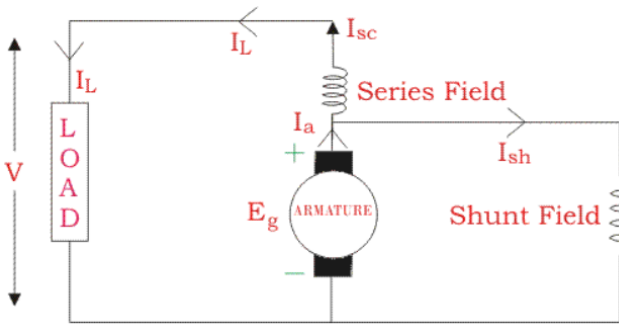
$$I_{cs} = I_a$$

लोड व्होल्टेज समान आहे

$$V = E_g - I_a(R_a + R_{sc})$$

Short Shunt-Wound DC Generator

In short type, an armature is parallel with the shunt field windings, as shown in the figure 3.7



The currents in this system are:

$$I_{sc} = I_l$$

$$I_{sh} = \frac{V + I_{sc}R_{sc}}{R_{sh}}$$

$$I_a = I_{sc} + I_l$$

Figure 3.7 Short Shunt Compound DC Generators

The load voltage, load power, and generated power are:

$$V = E_g - I_a R_a - I_{sc} R_{sc}$$

$$P_l = I_G \times V$$

$$P_g = I_G \times E_g$$

शॉर्ट शं-वॉउंड DC जनरेटर

ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಕಾರದಲ್ಲಿ, ಫಿಗರ್ 3.7 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಆರ್ಮೇಚರ್ ಷಂಟ್ ಫೀಲ್ಡ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹಗಳು:

$$I_{sc} = I_l$$

$$I_{sh} = \frac{V + I_{sc}R_{sc}}{R_{sh}}$$

$$I_a = I_{sc} + I_l$$

ಲೋಡ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಲೋಡ್ ಪವರ್ ಮತ್ತು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ:

$$V = E_g - I_a R_a - I_{sc} R_{sc})$$

$$P_l = I_G \times V$$

$$P_g = I_G \times E_g$$

शॉर्ट शंट- वाउंड डीसी जनरेटर

लहान प्रकारात, आकृती ३.७ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आर्मेचर शंट फील्ड विंडिंग्सच्या समांतर असते. या प्रणालीतील प्रवाह आहेत:

$$I_{sc} = I_l$$

$$I_{sh} = \frac{V + I_{sc} R_{sc}}{R_{sh}}$$

$$I_a = I_{sc} + I_l$$

लोड व्होल्टेज, लोड पॉवर आणि व्युत्पन्न शक्ती आहेत:

$$V = E_g - I_a R_a - I_{sc} R_{sc})$$

$$P_l = I_G \times V$$

$$P_g = I_G \times E_g$$

3.2 DC Motor

3.2.1 Principle of operation

A DC motor is an electromechanical energy conversion device, which converts electrical energy input into the mechanical energy output.

The operation of the DC motor is based on the principle that when a current carrying conductor is placed in a magnetic field, a mechanical force acts on the conductor. The magnitude of the force is given by, $F=BIL$ Newtons

The direction of this is given by the Fleming's left hand rule.

Where

F=Force experienced by the conductor

B=Magnetic Flux Density

I=Current in the conductor

L= Length of the conductor

कार्याचरनेय तत्त्व

DC मोटरात एकदा एलॅक्ट्रोमॅकेनिकल शक्ति परिवर्तन साधनवागिदं, इदु विद्युत् शक्तिये इन्पुट अन्नु यान्त्रिक शक्ति उत्पादनयेगि परिवर्तितसुत्तुदं.

DC मोटरने कार्याचरनेयु प्रसुत सागिसुव वाहकवन्नु कान्तीय क्सेत्रदल्ले इरिसिदागं, यान्त्रिक बलवु वाहकद मेले कार्यानिर्वहिसुत्तुदं एंब तत्त्ववन्नु अधरिसिदं. बलद प्रमाणवन्नु इवरीन्द नीडलागिदं,

$$F=BIL \text{ Newtons}$$

इदर निर्देशनवन्नु फ्लेमिंगने एडग्ये नियमदिन्द नीडलागिदं.

एल्ले

F = कंडक्टरने अनुभविसिद बल

B=मॅग्नेटिक फ्लक्स सान्द्रते

I=कंडक्टरनेल्ले प्रसुत

L= कंडक्टरने लुदु

ऑपरेशनचे तत्त्व

डीसी मोटर हे इलेक्ट्रोमॅकेनिकल ऊर्जा रूपांतरण उपकरण आहे, जे विद्युत ऊर्जा इनपुटला यांत्रिक ऊर्जा उत्पादनात रूपांतरित करते.

डीसी मोटरचे ऑपरेशन या तत्त्वावर आधारित आहे की जेव्हा विद्युत प्रवाह वाहून नेणारा कंडक्टर चुंबकीय क्षेत्रात ठेवला जातो तेव्हा एक यांत्रिक शक्ती कंडक्टरवर कार्य करते. बलाचे परिमाण द्वारे दिले जाते,

$$F=BIL \text{ Newtons}$$

याची दिशा फ्लेमिंगच्या डाव्या हाताच्या नियमाने दिली आहे.

कुठे

F=कंडक्टरने अनुभवलेली शक्ती

B=चुंबकीय प्रवाह घनता

कंडक्टरमध्ये I=करंट

L= कंडक्टरची लांबी

3.2.2 Back EMF in DC Motor

In a DC motor, as the armature rotates due to the driving torque, the armature conductors move through the magnetic field, resulting in the generation of an electromotive force (EMF) through a generator action. This induced EMF within the armature conductors opposes the applied voltage (V_s) and is commonly referred to as the back EMF or counter EMF.

The magnitude of the back EMF can be expressed as follows:

$$E_b = \frac{NP\phi Z}{60A} \dots (1)$$

DC ಮೋಟಾರಿನಲ್ಲಿ, ಡ್ರೈವಿಂಗ್ ಟಾರ್ಕ್‌ನಿಂದ ಆರ್ಮೇಚರ್ ತಿರುಗಿದಾಗ, ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಜನರೇಟರ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (EMF) ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರೇರಿತ EMF ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್ (V_s) ಅನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬ್ಯಾಕ್ EMF ಅಥವಾ ಕೌಂಟರ್ EMF ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಿಂಭಾಗದ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಹುದು:

$$E_b = \frac{NP\phi Z}{60A} \dots (1)$$

DC ಮೋಟರನಲ್ಲಿ, ಡ್ರೈವಿಂಗ್ ಟಾರ್ಕ್‌ನಿಂದ ಆರ್ಮೇಚರ್ ತಿರುಗಿದಾಗ, ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಜನರೇಟರ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (EMF) ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರೇರಿತ EMF ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್ (V_s) ಅನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬ್ಯಾಕ್ EMF ಅಥವಾ ಕೌಂಟರ್ EMF ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬ್ಯಾಕ್ ಇಎಮ್‌ಎಫ್‌ನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಹುದು:

$$E_b = \frac{NP\phi Z}{60A} \dots (1)$$

Significance of Back EMF in DC Motor

The existence of back EMF imparts a self-regulating characteristic to the DC motor. In other words, it causes the motor to draw only the amount of armature current necessary to generate the torque demanded by the load.

Armature current (I_a),

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a}$$

When a DC motor operates with no load, it encounters minimal resistance, requiring only a small amount of torque to overcome friction and windage losses. Consequently, the armature current (I_a) remains low, and the back EMF (E_b) is nearly equal to the applied voltage.

However, if the motor is abruptly subjected to a load, the initial impact is a slowdown of the

armature's rotational speed. This reduction in speed diminishes the rate at which the armature conductors move through the magnetic field, causing the back EMF (E_b) to decrease.

The diminished back EMF permits a higher current to flow through the armature, resulting in an increased driving torque. As a result, the motor's torque increases as it slows down. The motor ceases to decelerate when the armature current reaches a point just sufficient to produce the additional torque needed to match the load requirements.

Conversely, if the load on the motor is lightened, the driving torque momentarily exceeds the demand, causing the armature to accelerate. As the armature speed rises, the back EMF (E_b) also increases, leading to a reduction in armature current (I_a). The motor stops accelerating when the armature current reaches a level just sufficient to produce the reduced torque required by the load.

In essence, the back EMF in a DC motor acts as a regulator for the flow of armature current. It automatically adjusts the armature current to meet the specific requirements of the load.

ಡಿಸಿ ಮೋಟಾರಿನಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ ಇಎಮ್‌ಎಫ್‌ನ ಮಹತ್ವ

ಬ್ಯಾಕ್ EMF ಅಸ್ತಿತ್ವವು DC ಮೋಟಾರಿಗೆ ಸ್ವಯಂ-ನಿಯಂತ್ರಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಲೋಡ್‌ನಿಂದ ಬೇಡಿಕೆಯಿರುವ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಆರ್ಮೇಚರ್ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಮೋಟಾರು ಸೆಳೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_a),

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a}$$

DC ಮೋಟಾರ್ ಯಾವುದೇ ಲೋಡ್ ಇಲ್ಲದೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಿದಾಗ, ಇದು ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಎದುರಿಸುತ್ತದೆ, ಘರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯ ನಷ್ಟವನ್ನು ಜಯಿಸಲು ಕೇವಲ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ಟಾರ್ಕ್ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_a) ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಹಿಂಭಾಗದ EMF (E_b) ಅನ್ವಯಿಕ ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆದಾಗ್ಯೂ, ಮೋಟಾರು ಧಟ್ಟನೆ ಲೋಡ್‌ಗೆ ಒಳಪಟ್ಟರೆ, ಆರಂಭಿಕ ಪರಿಣಾಮವು ಆರ್ಮೇಚರ್‌ನ ತಿರುಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವನ್ನು ನಿಧಾನಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ವೇಗದಲ್ಲಿನ ಈ ಕಡಿತವು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುವ ದರವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಹಿಂಭಾಗದ EMF (E_b) ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಡಿಮೆಯಾದ ಬ್ಯಾಕ್ EMF ಆರ್ಮೇಚರ್ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಡ್ರೈವಿಂಗ್ ಟಾರ್ಕ್ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಮೋಟಾರಿನ ಟಾರ್ಕ್ ನಿಧಾನವಾದಂತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಲೋಡ್ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಪ್ರವಾಹವು ಸಾಕಷ್ಟು ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಮೋಟಾರ್ ನಿಧಾನವಾಗುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತದೆ.

ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ಮೋಟಾರಿನ ಮೇಲಿನ ಹೊರೆ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ, ಡ್ರೈವಿಂಗ್ ಟಾರ್ಕ್ ಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಮೀರುತ್ತದೆ, ಇದು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಅನ್ನು ವೇಗಗೊಳಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್ಮೇಚರ್ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ, ಹಿಂಭಾಗದ EMF (E_b) ಸಹ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಕರೆಂಟ್ (I_a) ನಲ್ಲಿ ಕಡಿತಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಲೋಡ್‌ನಿಂದ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಕಡಿಮೆ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಆರ್ಮೇಚರ್ ಪ್ರವಾಹವು ಸಾಕಷ್ಟು ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಮೋಟಾರ್ ವೇಗವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತದೆ.

मूलभूततः, DC मशीनमध्ये DC मशीनमध्ये हिंभुगद EMF आर्मेचर प्रवाहद करीवीं नीयंत्रकतः कायनीवहिसुतुद. लोडु नीदिएषु अवशुतुगनु पुोरुसलु इदु सुयुंकातुतः आर्मेचर प्रवाहवनु सरुहोदिसुतुद.

डीसी मोटरमध्ये बॅक ईएमएफचे महत्त्व

बॅक ईएमएफचे अस्तित्व डीसी मोटरला स्वयं-नियमन करणारे वैशिष्ट्य प्रदान करते. दुस-या शब्दात सांगायचे तर, भारताने मागणी केलेला टॉर्क निर्माण करण्यासाठी आवश्यक तेवढीच आर्मेचर करंट मोटरला काढते. आर्मेचर करंट (I_a),

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a}$$

जेव्हा DC मोटर भारविना चालते, तेव्हा त्याला कमीत कमी प्रतिकार होतो, ज्यामुळे घर्षण आणि वाऱ्याच्या नुकसानावर मात करण्यासाठी फक्त थोड्या प्रमाणात टॉर्कची आवश्यकता असते. परिणामी, आर्मेचर करंट (I_a) कमी राहते, आणि मागील EMF (E_b) लागू केलेल्या व्होल्टेजच्या जवळपास आहे.

तथापि, जर मोटर अचानक लोडच्या अधीन असेल, तर प्रारंभिक परिणाम म्हणजे आर्मेचरच्या फिरण्याच्या गतीची गती कमी होते. गतीतील ही घट आर्मेचर कंडक्टर ज्या गतीने चुंबकीय क्षेत्रातून फिरतात तो दर कमी करते, ज्यामुळे बॅक EMF (E_b) कमी होतो.

कमी झालेला बॅक EMF आर्मेचरमधून उच्च प्रवाह वाहू देतो, परिणामी ड्रायव्हिंग टॉर्क वाढतो. परिणामी, मोटरचा टॉर्क मंदावल्याने वाढतो. जेव्हा आर्मेचर करंट भाराच्या आवश्यकतांशी जुळण्यासाठी आवश्यक अतिरिक्त टॉर्क तयार करण्यासाठी पुरेसा बिंदू गाठतो तेव्हा मोटरचा वेग कमी होतो.

याउलट, मोटरवरील भार हलका झाल्यास, ड्रायव्हिंग टॉर्क क्षणार्धात मागणीपेक्षा जास्त होतो, ज्यामुळे आर्मेचरला गती येते. आर्मेचरचा वेग जसजसा वाढतो तसतसा मागचा EMF (E_b) देखील वाढतो, ज्यामुळे आर्मेचर करंट (I_a) कमी होतो. जेव्हा आर्मेचर करंट लोडसाठी आवश्यक कमी टॉर्क निर्माण करण्यासाठी पुरेशी पातळी गाठते तेव्हा मोटर वेग वाढवणे थांबवते.

थोडक्यात, डीसी मोटरमधील मागील EMF आर्मेचर करंटच्या प्रवाहासाठी नियामक म्हणून कार्य करते. हे लोडच्या विशिष्ट आवश्यकता पूर्ण करण्यासाठी आर्मेचर करंट स्वयंचलितपणे समायोजित करते.

3.2.3 Torque equation

When a DC machine is either operating as a motor or a generator under load, the rotor conductors carry current and are positioned within the magnetic field of the air gap. Consequently, each conductor experiences a force generated by this magnetic field. These conductors are located near the rotor's surface and share a common radius from its center. As a result, a torque is generated around the rotor's circumference, initiating its rotation.

In the case of the machine operating as a generator at a constant speed, this torque is equal and opposite to the torque provided by the prime mover, ensuring a balance.

When the machine functions as a motor, this torque is transferred to the rotor's shaft and drives the mechanical load. The expression for this torque remains the same whether the machine is operating as a generator or a motor.

This torque, which arises from the interaction between the current-carrying conductors and the magnetic field, is known as electromagnetic torque. However, not all of this torque is utilized at the shaft to perform useful work. Some of it is lost due to mechanical losses. The portion of torque used

to perform useful work is referred to as shaft torque.

Since,

$$V = E_b + I_a R_a \dots \dots (1)$$

Multiplying the equation (1) by I_a we get

$$VI_a = E_b I_a + I_a^2 R_a \dots \dots (2)$$

Where,

VI_a is the electrical power input to the armature.

$I_a^2 R_a$ is the copper loss in the armature.

We know that,

Total electrical power supplied to the armature = Mechanical power developed by the armature + losses due to armature resistance

Now, the mechanical power developed by the armature is P_m ,

$$P_m = E_b I_a \dots \dots (3)$$

Also, the mechanical power that rotates the armature can be given regarding torque T and speed n .

$$P_m = \omega T = 2\pi n T \dots \dots (4)$$

Where n is in revolution per seconds (rps) and T is in Newton-Meter.

Hence,

$$2\pi n T = E_b I_a \quad \text{or}$$

$$T = \frac{E_b I_a}{2\pi n}$$

But,

$$E_b = \frac{\phi Z N P}{60 A}$$

Where N is the speed in revolution per minute (rpm) and

$$n = \frac{N}{60}$$

Where n is the speed in (rps).

Therefore,

$$E_b = \frac{\phi Z n P}{A}$$

So, the torque equation is given as:

$$T = \frac{\phi Z P}{2\pi A} \cdot I_a$$

DC ಯಂತ್ರವು ಮೋಟಾರು ಅಥವಾ ಲೋಡ್ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಜನರೇಟರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, ರೋಟರ್ ವಾಹಕಗಳು ಪ್ರಸ್ತುತವನ್ನು ಒಯ್ಯುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯ ಅಂತರದ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದೊಳಗೆ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಪ್ರತಿ ಕಂಡಕ್ಟರ್ ಈ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತಾನೆ. ಈ ವಾಹಕಗಳು ರೋಟರ್ನ ಮೇಲ್ಮೈ ಬಳಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿವೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ರೋಟರ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಟಾರ್ಕ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ಅದರ ತಿರುಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ಥಿರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಜನರೇಟರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಯಂತ್ರದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಈ ಟಾರ್ಕ್ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪ್ರೈಮ್ ಮೂವರ್ ಒದಗಿಸಿದ ಟಾರ್ಕ್ಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಇದು ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಯಂತ್ರವು ಮೋಟಾರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಿದಾಗ, ಈ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ರೋಟರ್ನ ಶಾಫ್ಟ್‌ನ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲೋಡ್ ಅನ್ನು ಚಾಲನೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಯಂತ್ರವು ಜನರೇಟರ್ ಅಥವಾ ಮೋಟಾರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ ಈ ಟಾರ್ಕ್‌ನ ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಸ್ತುತ-ಸಾಗಿಸುವ ವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಈ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಟಾರ್ಕ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಉಪಯುಕ್ತ ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಈ ಎಲ್ಲಾ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ಶಾಫ್ಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಯಾಂತ್ರಿಕ ನಷ್ಟದಿಂದ ಕಳೆದುಹೋಗಿವೆ. ಉಪಯುಕ್ತ ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಬಳಸಲಾಗುವ ಟಾರ್ಕ್ ಭಾಗವನ್ನು ಶಾಫ್ಟ್ ಟಾರ್ಕ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಂದಿನಿಂದ,

$$V = E_b + I_a R_a \dots \dots (1)$$

ಸಮೀಕರಣವನ್ನು (1) ಅನ್ನು I_a ನಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ ನಾವು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ

$$V I_a = E_b I_a + I_a^2 R_a \dots \dots (2)$$

ಎಲ್ಲಿ,

$V I_a$ ಎಂಬುದು ಆರ್ಮೇಚರ್‌ಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ಇನ್‌ಪುಟ್ ಆಗಿದೆ.

$I_a^2 R_a$ ಎಂಬುದು ಆರ್ಮೇಚರ್‌ನಲ್ಲಿನ ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟವಾಗಿದೆ.

ಅದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ,

ಆರ್ಮೇಚರ್‌ಗೆ ಒದಗಿಸಲಾದ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ = ಆರ್ಮೇಚರ್ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿ + ಆರ್ಮೇಚರ್ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದಾಗಿ ನಷ್ಟಗಳು

$$P_m = F_b I_a \dots \dots (3)$$

ಈಗ, ಆರ್ಮೇಚರ್ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯು P_m ಆಗಿದೆ,

ಅಲ್ಲದೆ, ಆರ್ಮೇಚರ್ ಅನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಟಾರ್ಕ್ T ಮತ್ತು ವೇಗ n ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನೀಡಬಹುದು.

$$P_m = \omega T = 2\pi n T \dots \dots (4)$$

ಅಲ್ಲಿ n ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಕ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿದೆ (rps) ಮತ್ತು T ನ್ಯೂಟನ್-ಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ,

$$2\pi n T = E_b I_a \quad \text{or}$$

$$T = \frac{E_b I_a}{2\pi n}$$

ಆದರೆ,

$$E_b = \frac{\phi Z N P}{60 A}$$

ಇಲ್ಲಿ N ಪ್ರತಿ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ಕ್ರಾಂತಿಯ ವೇಗ (rpm) ಮತ್ತು

$$n = \frac{N}{60}$$

ಇಲ್ಲಿ n ಎಂಬುದು (ಆರ್ಪಿಎಸ್) ನಲ್ಲಿನ ವೇಗವಾಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ,

$$E_b = \frac{\phi Z n P}{A}$$

ಆದ್ದರಿಂದ, ಟಾರ್ಕ್ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ:

$$T = \frac{\phi Z P}{2\pi A} \cdot I_a$$

जेव्हा DC मशीन एकतर मोटर किंवा जनरेटरच्या भाराखाली कार्यरत असते, तेव्हा रोटर कंडक्टर विद्युत प्रवाह वाहून नेतात आणि हवेच्या अंतराच्या चुंबकीय क्षेत्रामध्ये स्थित असतात. परिणामी, प्रत्येक कंडक्टरला या चुंबकीय क्षेत्राद्वारे व्युत्पन्न केलेल्या शक्तीचा अनुभव येतो. हे कंडक्टर रोटरच्या पृष्ठभागाजवळ स्थित आहेत आणि त्याच्या

मध्यभागी एक सामान्य त्रिज्या सामायिक करतात. परिणामी, रोटरच्या परिघाभोवती टॉर्क तयार होतो, त्याचे फिरणे सुरू होते.

स्थिर गतीने जनरेटर म्हणून कार्यरत असलेल्या मशीनच्या बाबतीत, हा टॉर्क प्राइम मूव्हरद्वारे प्रदान केलेल्या टॉर्कच्या समान आणि विरुद्ध असतो, ज्यामुळे संतुलन सुनिश्चित होते.

जेव्हा मशीन मोटर म्हणून कार्य करते, तेव्हा हा टॉर्क रोटरच्या शाफ्टमध्ये हस्तांतरित केला जातो आणि यांत्रिक भार चालवितो. या टॉर्कची अभिव्यक्ती मशीन जनरेटर किंवा मोटर म्हणून कार्यरत असली तरीही तीच राहते.

विद्युत्-वाहक कंडक्टर आणि चुंबकीय क्षेत्र यांच्यातील परस्परसंवादातून उद्भवणारा हा टॉर्क इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक टॉर्क म्हणून ओळखला जातो. तथापि, या सर्व टॉर्कचा उपयोग शाफ्टवर उपयुक्त काम करण्यासाठी केला जात नाही. त्यातील काही यांत्रिक नुकसानांमुळे नष्ट होते. उपयुक्त काम करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या टॉर्कचा भाग शाफ्ट टॉर्क म्हणून ओळखला जातो.

पासून,

$$V = E_b + I_a R_a \dots \dots (1)$$

समीकरण (1) चा I_a ने गुणाकार केल्याने आपल्याला मिळते

$$VI_a = E_b I_a + I_a^2 R_a \dots \dots (2)$$

कुठे,

VI_a हे आर्मेचरसाठी विद्युत उर्जा इनपुट आहे.

$I_a^2 R_a$ म्हणजे आर्मेचरमधील तांब्याचे नुकसान.

आम्हाला माहित आहे की,

आर्मेचरला पुरवलेली एकूण विद्युत उर्जा = आर्मेचरद्वारे विकसित यांत्रिक शक्ती + आर्मेचरच्या प्रतिकारामुळे होणारे नुकसान

आता, आर्मेचरने विकसित केलेली यांत्रिक शक्ती P_m आहे,

$$P_m = F_b I_a \dots \dots (3)$$

तसेच, आर्मेचर फिरवणारी यांत्रिक शक्ती टॉर्क T आणि वेग n च्या संदर्भात दिली जाऊ शकते.

$$P_m = \omega T = 2\pi n T \dots \dots (4)$$

जेथे n प्रति सेकंद क्रांतीमध्ये आहे (rps) आणि T न्यूटन-मीटरमध्ये आहे.

त्यामुळे,

$$2\pi nT = E_b I_a \quad \text{or}$$

$$T = \frac{E_b I_a}{2\pi n}$$

परंतु,

$$E_b = \frac{\phi ZNP}{60 A}$$

जेथे N ही क्रांती प्रति मिनिट गती आहे (rpm) आणि

$$n = \frac{N}{60}$$

जेथे (rps) मध्ये n गती आहे.
त्यामुळे,

$$E_b = \frac{\phi ZnP}{A}$$

तर, टॉर्क समीकरण असे दिले आहे:

$$T = \frac{\phi ZP}{2\pi A} \cdot I_a$$

Module-4

4.1 Transformers: Necessity of transformer, principle of operation, Types and construction of single-phase transformers, EMF equation, losses, variation of losses with respect to load. Efficiency and simple numerical.

4.2 Three-phase induction Motors: Concept of rotating magnetic field, Principle of operation, constructional features of motor, types – squirrel cage and wound rotor. Slip and its significance simple numerical.

4.1 Transformers

4.1.1 Necessity of transformer

- The power that is generated at the power stations need to be transported to the electrical grids and from there to our homes. This process needs to be done so that there is minimal loss of energy and also the process is as cheap as possible. For that purpose, transformers are used.

ವಿದ್ಯುತ್ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಅನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಗ್ರಿಡ್‌ಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿಂದ ನಮ್ಮ ಮನೆಗಳಿಗೆ ಸಾಗಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ ಆದ್ದರಿಂದ ಶಕ್ತಿಯ ಕನಿಷ್ಠ ನಷ್ಟವಿದೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಅಗ್ಗವಾಗಿದೆ. ಈ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕಾಗಿ, ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪೌವರ್ ಸ್ಟೇಷನ್‌ನ ನಿರ್ಮಾಣ ಹೊಣೆಗಾರಿ ವೀಜ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಗ್ರಿಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಗಿ ತೆಳುನ ಆಪಲ್ಯಾ ಘರಾಪರ್ಯಂತ ಪೊಹೊಚವಲಿ ಜಾಣೆ ಆವಶ್ಯಕ ಆಹೆ. ಹಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಕರಣೆ ಆವಶ್ಯಕ ಆಹೆ ಜೆಣೆಕರೂನ ಕಮಿತ್‌ಕಮಿ ಉರ್ಜೆಚಿ ಹಾನಿ ಹೊಲ್ ಆಗಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಶಕ್ಯ ತಿತಕಿ ಸ್ವಸ್ತ ಅಸೆಲ್. ಲ್ಯಾಸಾಠಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಚಾ ವಾಪರ ಕೆಲಾ ಜಾತೆ.

- At the power generation centers the transformers used are type of step up, which increases the voltage and the transformers that are used near our homes are step down which decreases the voltage and as such the electricity is transported from generation centers to our home efficiently and the model is viable and economic.

ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳು ಸ್ಟೆಪ್ ಅಪ್ ಪ್ರಕಾರವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತವೆ, ಇದು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಮನೆಗಳ ಬಳಿ ಬಳಸುವ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳು ಕೆಳಗಿಳಿಯುತ್ತವೆ, ಇದು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ಮನೆಗೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಸಾಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಮಾದರಿಯು ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯ ಮತ್ತು ಆರ್ಥಿಕವಾಗಿದೆ.

ವೀಜ್ ನಿರ್ಮಿತಿ ಕೆಂದ್ರಾಂವರ ವಾಪರಲೆಲೆ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಹೆ ಸ್ಟೆಪ್-ಅಪ್ ಪ್ರಕಾರಾಚೆ ಅಸತಾತ, ಜ್ಯಾಮುಲೆ ಫೋಲ್ಟೆಜ್ ವಾಡತೆ ಆಗಿ ಆಪಲ್ಯಾ ಘರಾಜವಲ ವಾಪರಲೆ ಜಾಣಾರೆ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಸ್ಟೆಪ್ ಡೌನ್ ಅಸತಾತ ಜ್ಯಾಮುಲೆ ಫೋಲ್ಟೆಜ್ ಕಮಿ ಹೊತೆ ಆಗಿ ಲ್ಯಾಮುಲೆ ವೀಜ್ ನಿರ್ಮಿತಿ ಕೆಂದ್ರಾಂಮಧುನ ಆಪಲ್ಯಾ ಘರಾಪರ್ಯಂತ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆನೆ ವಾಹುನ ಜಾತೆ ಆಗಿ ಮೌಡೆಲ್ ವ್ಯವಹಾರ್ಯ ಆಗಿ ಆರ್ಥಿಕ ಆಹೆ.

4.1.2 Principle of operation of transformer

The core principle governing the operation of a transformer is mutual induction, which is based on Faraday's Law of Electromagnetic Induction. Here's an explanation of how a transformer functions: A transformer consists of a laminated silicon steel core around which two separate windings are wound. In the diagram provided, the primary winding is the one connected to the AC power supply, while the secondary winding is linked to the load. It's important to note that only alternating current (AC) can be used in transformers because mutual induction between the two windings relies on the presence of an alternating flux. Figure 4.1 shows basic construction of transformer.

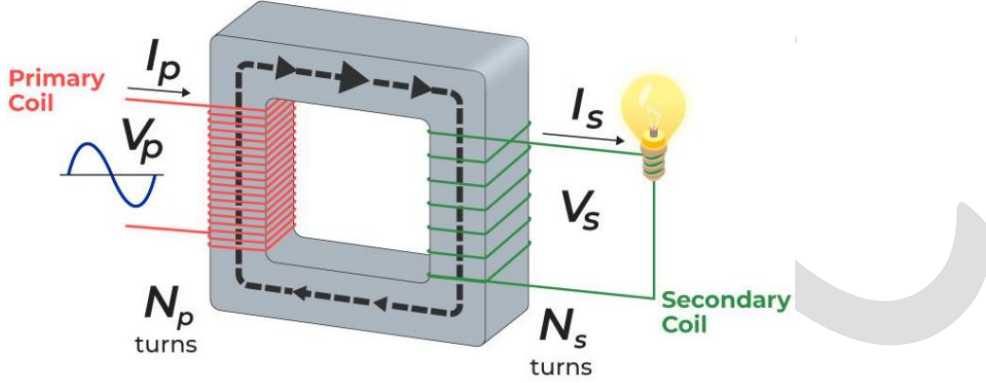


Figure 4.1 Transformer

The transformer primary winding produces an alternating flux, known as the mutual flux, when an alternating voltage is applied, in accordance with the mutual inductance principle.

According to Faraday's rule of electromagnetic induction, this alternating flux links the transformer primary and secondary windings magnetically and generates EMFs E_1 in the primary winding and E_2 in the secondary winding. The EMF (E_1) is referred to as the primary EMF, while the EMF (E_2) is the secondary EMF.

$$E_1 = -N_1 \frac{d\phi_m}{dt}$$

and

$$E_2 = -N_2 \frac{d\phi_m}{dt}$$

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕಾರ್ಯಚರಣೆಯ ತತ್ವ

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನ ಕಾರ್ಯಚರಣೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಮುಖ್ಯ ತತ್ವವೆಂದರೆ ಪರಸ್ಪರ ಇಂಡಕ್ಷನ್, ಇದು ಫ್ಯಾರಡೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ನಿಯಮವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ವಿವರಣೆ ಇಲ್ಲಿದೆ:

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಒಂದು ಲ್ಯಾಮಿನೇಟೆಡ್ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಟೀಲ್ ಕೋರ್ ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ, ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಗಾಯಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಒದಗಿಸಿದ ರೇಖಾಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ, ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ AC ವಿದ್ಯುತ್ ಸರಬರಾಜಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಿತವಾಗಿದೆ, ಆದರೆ ದ್ವಿತೀಯ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಹೊರಗೆ ಲಿಂಕ್ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಯ

4.1.2 Types and construction of single-phase transformers

Parts of a Single-phase Transformer

Figure 4.2 shows the major parts of a single-phase transformer

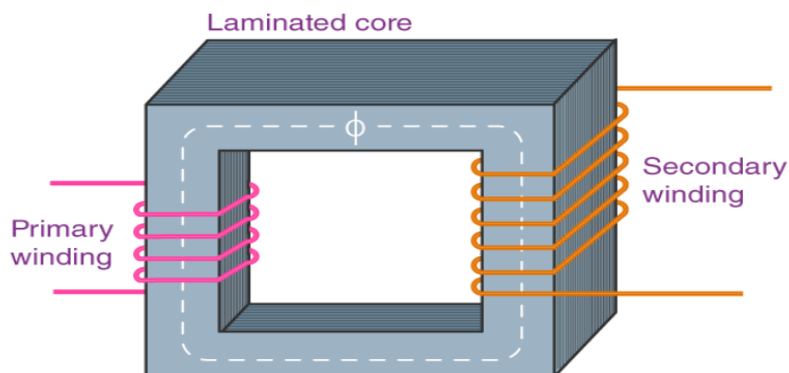


Figure 4.2 Major Parts of A Single-Phase Transformer

1. Core

The core plays a crucial role in the transformer's operation. It not only supports the windings but also offers a low-reluctance pathway for the magnetic flux to flow. The winding is carefully wound around the core, as illustrated in the image. To minimize losses within the transformer, the core is typically constructed from laminated soft iron. The composition of the core is determined by various factors, including the operating voltage, current, and power. It's worth noting that the core's diameter is directly linked to copper losses and inversely related to iron losses.

2. Windings

The windings consist of a network of copper wires wound around the transformer core. Copper is chosen for its specific properties:

- **High Conductivity:** Copper's excellent conductivity reduces energy losses within the transformer because higher conductivity means lower resistance to current flow.
- **High Ductility:** Copper's high ductility allows it to be easily shaped into very thin wires, making it suitable for transformer windings.

There are two main types of windings:

- **Primary Winding:** This set of winding turns is where the supply current is introduced into the transformer.
- **Secondary Winding:** This set of winding turns is where the output is extracted.

To prevent electrical contact between the primary and secondary windings, insulation coating materials are applied to insulate them from each other.

3. Insulation Materials

Insulation is a critical component in transformers, serving to isolate the windings from each other and prevent short circuits while allowing for mutual induction. The choice of insulation materials plays a significant role in the transformer's durability and stability.

The following materials are commonly used as insulation mediums in transformers:

1. **Insulating Oil:** This special oil is used to insulate and cool the transformer's core and windings.

2. Insulating Tape: Special tapes with insulating properties are employed to secure and insulate various components.

3. Insulating Paper: Thin insulating paper is often used as a barrier between winding layers to prevent electrical contact.

4. Wood-Based Laminations: In some transformers, laminated wood is utilized as an insulating material to separate windings and provide structural support.

These insulation materials are crucial for ensuring the safe and efficient operation of transformers.

ಏಕ-ಹಂತದ ಪರಿವರ್ತಕದ ಭಾಗಗಳು

ಚಿತ್ರ 4.2 ಏಕ-ಹಂತದ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ

ಮೂಲ

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ಕೋರ್ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ವಿಂಡ್‌ಗಳನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಕಾಂತೀಯ ಹರಿವು ಹರಿಯಲು ಕಡಿಮೆ-ಇಷ್ಟವಿಲ್ಲದ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದಂತೆ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಕೋರ್ ಸುತ್ತಲೂ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನೊಳಗೆ ನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು, ಕೋರ್ ಅನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಲ್ಯಾಮಿನೇಟೆಡ್ ಮ್ಯದುವಾದ ಕಬ್ಬಿಣದಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆಪರೇಟಿಂಗ್ ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ಪವರ್ ಸೇರಿದಂತೆ ವಿವಿಧ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕೋರ್ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೋರ್ ವ್ಯಾಸವು ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟಗಳಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣದ ನಷ್ಟಗಳಿಗೆ ವಿಲೋಮವಾಗಿ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ ಎಂಬುದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಸಂಗತಿ.

ವಿಂಡ್‌ಗಳು

ವಿಂಡ್‌ಗಳು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕೋರ್ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುವ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳ ಜಾಲವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ತಾಮ್ರವನ್ನು ಅದರ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗಾಗಿ ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ:

- ಹೆಚ್ಚಿನ ವಾಹಕತೆ: ತಾಮ್ರದ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ವಾಹಕತೆಯು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನೊಳಗೆ ಶಕ್ತಿಯ ನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಾಹಕತೆ ಎಂದರೆ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವಿಗೆ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರತಿರೋಧ.

- ಹೆಚ್ಚಿನ ಡಕ್ಟಿಲಿಟಿ: ತಾಮ್ರದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಡಕ್ಟಿಲಿಟಿ ಅದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೆಳುವಾದ ತಂತಿಗಳಾಗಿ ರೂಪಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ, ಇದು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ವಿಂಡ್‌ಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿದೆ.

ವಿಂಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ವಿಧಗಳಿವೆ:

- ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ: ಈ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ತಿರುವುಗಳು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಸರಬರಾಜು ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

- ಸೆಕೆಂಡರಿ ವೈಂಡಿಂಗ್: ಈ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ತಿರುವುಗಳ ಸೆಟ್ ಔಟ್ಪುಟ್ ಅನ್ನು ಹೊರತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯಕ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ನಡುವಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು, ನಿರೋಧನ ಲೇಪನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಅನ್ವಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿರೋಧನ ವಸ್ತುಗಳು

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಿರೋಧನವು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಅಂಶವಾಗಿದೆ, ಪರಸ್ಪರ ವಿಂಡ್‌ಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ಮತ್ತು ಶಾರ್ಟ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳನ್ನು ತಡೆಯಲು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರೇರಣೆಗೆ ಅವಕಾಶ

इन्सुलेशन साहित्य

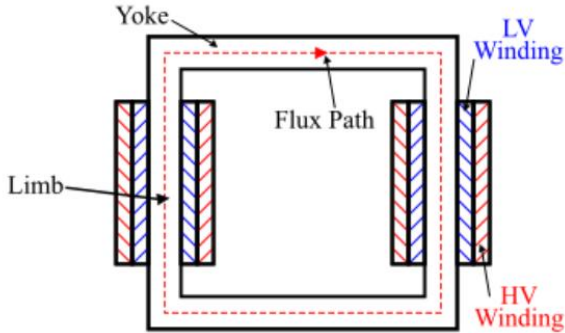
ट्रान्सफॉर्मरमध्ये इन्सुलेशन हा एक महत्त्वाचा घटक आहे, जो एकमेकांपासून विंडिंग्स वेगळे करतो आणि म्युच्युअल इंडक्शनला परवानगी देऊन शॉर्ट सर्किट टाळतो. ट्रान्सफॉर्मरच्या टिकाऊपणा आणि स्थिरतेमध्ये इन्सुलेशन सामग्रीची निवड महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते.

ट्रान्सफॉर्मरमध्ये इन्सुलेशन माध्यम म्हणून खालील सामग्रीचा वापर केला जातो:

1. इन्सुलेटिंग ऑइल: हे विशेष तेल ट्रान्सफॉर्मरचा गाभा आणि विंडिंग इन्सुलेट आणि थंड करण्यासाठी वापरले जाते.
 2. इन्सुलेटिंग टेप: इन्सुलेट गुणधर्म असलेल्या विशेष टेप विविध घटकांना सुरक्षित आणि इन्सुलेट करण्यासाठी वापरल्या जातात.
 3. इन्सुलेटिंग पेपर: पातळ इन्सुलेट पेपरचा विद्युत संपर्क टाळण्यासाठी वळणाच्या थरांमधील अडथळा म्हणून वापर केला जातो.
 4. लाकूड-आधारित लॅमिनेशन: काही ट्रान्सफॉर्मरमध्ये, लॅमिनेटेड लाकडाचा वापर विंडिंग वेगळे करण्यासाठी आणि संरचनात्मक आधार देण्यासाठी इन्सुलेट सामग्री म्हणून केला जातो.
- ट्रान्सफॉर्मरचे सुरक्षित आणि कार्यक्षम ऑपरेशन सुनिश्चित करण्यासाठी ही इन्सुलेशन सामग्री महत्त्वपूर्ण आहे.

Types of single-phase transformer & construction

Core-Type Transformer Construction



In the core-type construction of a transformer, the magnetic circuit is composed of two vertical legs, often referred to as limbs, and two horizontal sections known as yokes. To minimize the impact of leakage flux, half of each winding is situated on each limb, as depicted in the figure 4.3.

The low-voltage winding is positioned adjacent to the core, with the high-voltage

Figure 4.3: Core Type Transformer construction

winding placed over the low-voltage winding. This arrangement helps reduce insulation requirements. Consequently, the two windings are configured as concentric coils, often referred to as cylindrical windings.

ಏಕ-ಹಂತದ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಾಣದ ವಿಧಗಳು

ಕೋರ್-ಟೈಪ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ನಿರ್ಮಾಣ

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕೋರ್-ಟೈಪ್ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ, ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಎರಡು ಲಂಬ ಕಾಲುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ, ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಂಗಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಯೋಕ್ಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಎರಡು ಸಮತಲ ವಿಭಾಗಗಳು. ಸೋರಿಕೆ ಹರಿವಿನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು, ಪ್ರತಿ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಭಾಗವು ಪ್ರತಿ ಅಂಗದ ಮೇಲೆ ಇದೆ, ಚಿತ್ರ 4.3 ರಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕಡಿಮೆ-ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಕೋರ್ಗೆ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ

ವೋಲ್ಟೇಜ್‌ಜೊಂದಿಗೆ

ಕಡಿಮೆ-ವೋಲ್ಟೇಜ್ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಮೇಲೆ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ನಿರೋಧನದ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಎರಡು ವಿಂಡ್‌ಗಳನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಸುರುಳಿಗಳಾಗಿ ಕಾನ್ಪಿಗರ್ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ, ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಿಲಿಂಡರಾಕಾರದ ವಿಂಡ್‌ಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

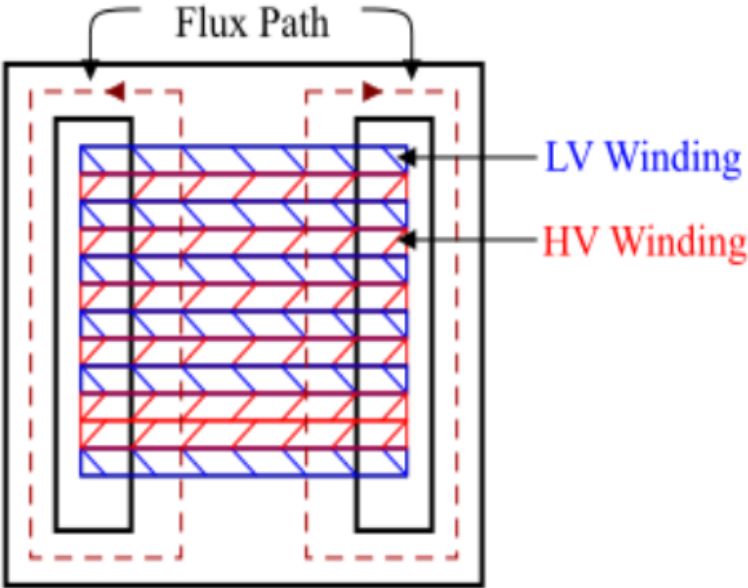
ಸಿಂಗಲ-ಫೇಜ್ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್ ಆಗಿ ಬಾಂಧಕಾಮಾಚೆ ಪ್ರಕಾರ

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್‌ಚ್ಯಾ ಮೂಲ-ಪ್ರಕಾರಚ್ಯಾ ಬಾಂಧಕಾಮಾತ, ಚುಂಬಕೀಯ ಸರ್ಕಿಟ್ ದೊನ ಉಭಯ ಪಾಯಾಣಿ ಬನಲೆಲೆ ಅಸತೆ, ಜ್ಯಾಣಾ ಸಹಸಾ ಅಂಗ್ ಮ್ಹಣತಾತ, ಆಗಿ ದೊನ ಆಡವೆ ವಿಭಾಗ ಅಸತಾತ ಜ್ಯಾಣಾ ಯೊಕ್ಸ ಮ್ಹಣತಾತ. ಗळतीच्या प्रवाहाचा प्रभाव कमी करण्यासाठी, प्रत्येक वळणाचा अर्धा भाग प्रत्येक अंगावर असतो, आकृती 4.3 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे.

लो-व्होल्टेज विंडिंग उच्च-व्होल्टेजसह, कोरला लागून स्थित आहे

कमी-व्होल्टेज वळणावर ठेवलेले वळण. ही व्यवस्था इन्सुलेशन आवश्यकता कमी करण्यास मदत करते. परिणामी, दोन विंडिंग्स एकाकेंद्रित कॉइल म्हणून कॉन्फिगर केले जातात, ज्यांना बऱ्याचदा दंडगोलाकार विंडिंग म्हणतात.

Shell-Type Transformer Construction



In the shell-type construction of a transformer, the magnetic circuit comprises three limbs. Both the primary and secondary windings are situated on the central limb, while the two outer limbs complete the low-reluctance flux path. Each winding is subdivided into sections, specifically the low-voltage (LV) section and the high-voltage (HV) section, which are alternately stacked on top of each other like a sandwich, as shown in the figure 4.4.

Figure 4.4: Shell Type Transformer construction

Consequently, such windings are commonly referred to as sandwich windings or disc windings. Shell-type transformers are designed with this construction method.

The core of the shell type transformer is made up either U-T shape or E-I shape

ಶೆಲ್-ಟೈಪ್ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್ ನಿರ್ಮಾಣ

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್‌ನ ಶೆಲ್ ಮಾದರಿಯ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ, ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮೂರು ಅಂಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯಕ ವಿಂಡ್‌ಗಳೆರಡೂ ಕೇಂದ್ರ ಅಂಗದ ಮೇಲೆ ನೆಲೆಗೊಂಡಿವೆ, ಆದರೆ ಎರಡು ಹೊರಗಿನ ಅಂಗಗಳು ಕಡಿಮೆ-ಇಷ್ಟವಿಲ್ಲದ ಹರಿವಿನ

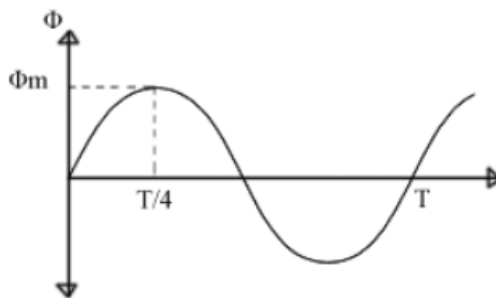
Let,

N_1 = Number of turns in primary winding

N_2 = Number of turns in secondary winding

Φ_m = Maximum flux in the core (in Wb)
($B_m \cdot A$)

f = frequency of the AC supply (in Hz)



As, shown in the fig., the flux rises sinusoidally to its maximum value Φ_m from 0. It reaches to the maximum value in one quarter of the cycle i.e in $T/4$ sec (where, T is time period of the sin wave of the supply = $1/f$).

Therefore,

average rate of change of flux = $\Phi_m / (T/4) = \Phi_m / (1/4f)$

Therefore,

average rate of change of flux = $4f \Phi_m$ (Wb/s).

Now,

Induced emf per turn = rate of change of flux per turn

Therefore, average emf per turn = $4f \Phi_m$ (Volts).

Now, we know, Form factor = RMS value / average value

Therefore, RMS value of emf per turn = Form factor * average emf per turn.

As, the flux Φ varies sinusoidally, form factor of a sine wave is 1.11

Therefore, RMS value of emf per turn = $1.11 \times 4f \Phi_m = 4.44f \Phi_m$

RMS value of induced emf in whole primary winding (E_1) = RMS value of emf per turn * Number of turns in primary winding

$$E_1 = 4.44f N_1 \Phi_m \quad (1)$$

Similarly, RMS induced emf in secondary winding (E_2) can be given as

$$E_2 = 4.44f N_2 \Phi_m \quad (2)$$

from the above equations 1 and 2

$$\frac{E_1}{N_1} = \frac{E_2}{N_2} = 4.44f \Phi_m$$

This is called the emf equation of transformer, which shows, emf / number of turns is same for both primary and secondary winding.

For an ideal transformer on no load, $E_1 = V_1$ and $E_2 = V_2$

where, V_1 = supply voltage of primary winding

V_2 = terminal voltage of secondary winding

Voltage Transformation Ratio (K)

As derived above,

voltage transformation ratio

Where, K = constant

This constant K is known as voltage transformation ratio.

If $N_2 > N_1$, i.e. $K > 1$, then the transformer is called **step-up transformer**.

If $N_2 < N_1$, i.e. $K < 1$, then the transformer is called **step-down transformer**.

4.1.5 Types of Losses in a Transformer

Various types of losses occur in transformers, including iron, copper, hysteresis, eddy current, stray, and dielectric losses. Copper losses primarily stem from the electrical resistance within the transformer windings, while hysteresis losses result from the changes in magnetization within the transformer core.

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿನ ನಷ್ಟಗಳ ವಿಧಗಳು

ಕಬ್ಬಿಣ, ತಾಮ್ರ, ಹಿಸ್ಟೆರೆಸಿಸ್, ಎಡ್ಡಿ ಕರೆಂಟ್, ಸ್ಟ್ರೇ ಮತ್ತು ಡೈಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ನಷ್ಟಗಳು ಸೇರಿದಂತೆ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ನಷ್ಟಗಳು ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ. ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟಗಳು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಹಿಸ್ಟೆರೆಸಿಸ್ ನಷ್ಟಗಳು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕೋರ್‌ನೊಳಗಿನ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟೈಸೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿನ ನಷ್ಟಗಳ ವಿಧಗಳು

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿನ ನಷ್ಟಗಳ ವಿಧಗಳು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನ ಕೋರ್‌ನೊಳಗೆ ಪರ್ಯಾಯ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ

i) Iron Losses in a Transformer

Iron losses in a transformer primarily arise due to the alternating magnetic flux within the transformer's core, resulting in what is known as core loss. These losses are heavily influenced by the magnetic properties of the core material, which is typically made of iron. Iron losses can be further categorized into two types: hysteresis and eddy current losses.

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ನಷ್ಟಗಳು

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಕಬ್ಬಿಣದ ನಷ್ಟಗಳು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನ ಕೋರ್‌ನೊಳಗೆ ಪರ್ಯಾಯ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ

ಕೋರ್ ನಷ್ಟ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನಷ್ಟಗಳು ಕೋರ್ ವಸ್ತುವಿನ ಕಾಂತೀಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗಿವೆ, ಇದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣದಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಕಬ್ಬಿಣದ ನಷ್ಟಗಳನ್ನು ಎರಡು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು: ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ಮತ್ತು ಎಡ್ಜ್ ಕರೆಂಟ್ ನಷ್ಟಗಳು.

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಧೀಲ ಲೋಖಂಡಾಚೆ ನುಕಸಾನ

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಧೀಲ ಲೋಖಂಡಾಚೆ ನುಕಸಾನ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯಾನೆ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಚ್ಯಾ ಗಾಭ್ಯಾಮಧ್ಯೆ ಪರ್ಯಾಯಿ ಚುಬಕೀಯ ಪ್ರವಾಹಾಮುಡೆ ಉದ್ಭವತೆ, ಪರಿಣಾಮಿ ಜ್ಯಾಲಾ ಕೋರ್ ಲಾಸ್ ಮ್ಹಣತಾತ. ಹೆ ನುಕಸಾನ ಮುಖ್ಯ ಸಾಮಗ್ರೀಚ್ಯಾ ಚುಬಕೀಯ ಗುಣಧರ್ಮಾವಿರ ಜೋರದಾರಪಣೆ ಪ್ರಭಾವಿತ ಹೋತೆ, ಜೆ ಸಾಮಾನ್ಯತ: ಲೋಹಾಪಾಸೂನ ಬನಲೆಲೆ ಅಸತೆ. ಲೋಹಾಚ್ಯಾ ನುಕಸಾನಾಚೆ ಪುಡೀಲ ದೊನ ಪ್ರಕಾರಾಂಮಧ್ಯೆ ವರ್ಗೀಕರಣ ಕೆಲೆ ಜಾಠು ಶಕತೆ: ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ಆಣಿ ಎಡ್ಜ್ ಕರೆಂಟ್ ನುಕಸಾನ.

ii) Hysteresis Loss

Hysteresis loss in a transformer occurs when the alternating current is applied to the core, causing the magnetic field to reverse. The extent of this loss is primarily determined by the core material used in the transformer. To mitigate hysteresis loss, high-quality core materials such as CRGO (Cold Rolled Grain Oriented Silicon Steel) are commonly employed in transformer cores. This type of loss can be quantified using the following equation.

$$P_h = k_h f x B_m$$

where

' k_h ' is the constant that depends on the quality & volume of the core material in the transformer

' B_m ' is the highest flux density within the core

' f ' is the alternating flux frequency otherwise supply

' x ' is the constant of the Steinmetz and the value of this constant mainly changes from 1.5 to 2.5.

ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ನಷ್ಟ

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಧೀಲ ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ನಷ್ಟವು ಕೋರ್ಗೆ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು

ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ನಷ್ಟ

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಧೀಲ ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ನಷ್ಟವು ಕೋರ್ಗೆ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ನಷ್ಟದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಧೀಲ ಬಳಸುವ ಕೋರ್ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಸ್ಟರೆಸಿಸ್ ನಷ್ಟವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು, CRGO (ಕೋಲ್ಡ್ ರೋಲ್ಡ್ ಗ್ರೇನ್ ಓರಿಯೆಂಟೆಡ್ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಟೀಲ್) ನಂತಹ ಉನ್ನತ-ಗುಣಮಟ್ಟದ ಕೋರ್ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್ ಕೋರ್ಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ನಷ್ಟವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಅಳೆಯಬಹುದು.

$$P_h = k_h f x B_m$$

ಎಲ್ಲಿ

'kh' ಎಂಬುದು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಕೋರ್ ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ

'Bm' ಎಂಬುದು ಕೋರ್‌ನೊಳಗಿನ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯಾಗಿದೆ

'f' ಪರ್ಯಾಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಆವರ್ತನ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಪೂರೈಕೆ

'x' ಎಂಬುದು ಸ್ಟೇನ್‌ಮೆಟ್ಸ್‌ನ ಸ್ಥಿರಾಂಕವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಈ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಮೌಲ್ಯವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ 1.5 ರಿಂದ 2.5 ಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಿಸ್ಟೆರೆಸಿಸ ನುಕಸಾನ

ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಥಿಲ ಹಿಸ್ಟೆರೆಸಿಸ ಹಾನಿ ಹೋತೆ ಜೆವ್ಹಾ ಅಲ್ಟರ್ನೆಟಿಂಗ್ ಕರೆಂಟ್ ಕೋರವರ್ ಲಾಗೂ ಹೋತೊ, ಜ್ಯಾಮುಲೆ ಚುಂಬಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಉಲಟ ಹೋತೆ. ಯಾ ನುಕಸಾನಾಚಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯಾನೆ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಥೆ ವಾಪರಲ್ಯಾ ಜಾಣಾನ್ಯಾ ಮುಖ್ಯ ಸಾಮಗ್ರಿಧ್ವಾರೆ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಕೆಲಿ ಜಾತೆ. ಹಿಸ್ಟೆರೆಸಿಸ ಹಾನಿ ಕಮಿ ಕರಣ್ಯಾಸಾಥಿ, ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ ಕೋರಮಥೆ CRGO (ಕೋಲ್ಡ ರೋಲ್ಡ್ ಗ್ರೇನ್ ಆರೀಂಟೆಡ್ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಸ್ಟೀಲ್) ಸಾರಖಿ ಉಚ್ಚ-ಗುಣವತ್ತೆಚಿ ಮುಖ್ಯ ಸಾಮಗ್ರಿ ವಾಪರಲಿ ಜಾತೆ. ಖಾಲಿಲ ಸಮೀಕರಣ ವಾಪರೂನ್ ಯಾ ಪ್ರಕಾರಚ್ಯಾ ತೊಡ್ಯಾಚೆ ಪ್ರಮಾಣ ಕಾಡತಾ ಯೆತೆ.

$$P_h = k_h f x B_m$$

ಕುಠೆ

'kh' ಹಾ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಆಹೆ ಜೊ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರಮಥಿಲ ಮುಖ್ಯ ಸಾಮಗ್ರಿಚ್ಯಾ ಗುಣವತ್ತೆವರ್ ಆಣಿ ಆವಾಜಾವರ್ ಅವಲಂಬೂನ್ ಆಸತೊ

'Bm' ಹಿ ಕೋರಮಥಿಲ ಸರ್ವೊಚ್ಚ ಪ್ರವಾಹ ಘನತಾ ಆಹೆ

'f' ಹಿ ಪರ್ಯಾಯಿ ಪ್ರವಾಹ ವಾರಂವಾರತಾ ಅನ್ಯಥಾ ಪುರವಾಡಾ ಆಹೆ

'x' ಹಾ ಸ್ಟಾನ್‌ಮೆಟ್ಸ್‌ಚಾ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಆಹೆ ಆಣಿ ಯಾ ಸ್ಥಿರಾಂಕಾಚೆ ಮೂಲ್ಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯಾನೆ 1.5 ತೆ 2.5 ಪರ್ಯಂತ ಬದಲತೆ.

iii) Copper Loss

Copper losses in a transformer arise due to the Ohmic resistance present in the windings. If the current flowing through the primary and secondary windings is denoted as I_1 and I_2 , and the respective winding resistances are R_1 and R_2 , then the copper losses occurring in these windings can be expressed as $I_1^2 * R_1$ and $I_2^2 * R_2$, respectively. Therefore, the total copper loss is given by the sum of these losses.

$$P_c = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

These losses also called variable or ohmic losses because these losses will change based on the load.

ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟ

ವಿಂಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವ ಒಹ್ಮಿಕ್ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದಾಗಿ ಟ್ರಾನ್ಸಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಮತ್ತು ದ್ವಿತೀಯಕ ವಿಂಡ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು I_1 ಮತ್ತು I_2 ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದರೆ ಮತ್ತು ಆಯಾ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಪ್ರತಿರೋಧಗಳು R_1 ಮತ್ತು R_2 ಆಗಿದ್ದರೆ, ಈ ವಿಂಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವ ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟಗಳನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ $I_1^2 * R_1$ ಮತ್ತು $I_2^2 * R_2$ ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ, ಒಟ್ಟು ತಾಮ್ರದ ನಷ್ಟವನ್ನು ಈ ನಷ್ಟಗಳ ಮೊತ್ತದಿಂದ ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$P_c = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

ಈ ನಷ್ಟಗಳನ್ನು ವೇರಿಯಬಲ್ ಅಥವಾ ಓಮಿಕ್ ನಷ್ಟಗಳು ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ ಏಕೆಂದರೆ ಈ ನಷ್ಟಗಳು ಲೋಡ್ ಅನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ.

ತಾಂತ್ರಿಕ ನುಕಸಾನ

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರನಲ್ಲಿ ತಾಂತ್ರಿಕ ನುಕಸಾನ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಸಲೇಲ್ಯಾ ಆಹಮಿಕ ಪ್ರತಿಕಾರಾಮುಲೆ ಉದ್ಭವತೆ. ಜರ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಆಗಿ ದುಷ್ಯಮ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ವಾಹಣಾರಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ I_1 ಆಗಿ I_2 ಮ್ಹಣುನ್ ದರ್ಶವಿಲಾ ಗೆಲಾ ಅಸೆಲ ಆಗಿ ಸಂಬಂಧಿತ ವಲಣ ಪ್ರತಿರೋಧ R_1 ಆಗಿ R_2 ಅಸತಿಲ, ತರ ಯಾ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೋಗಾರೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ನುಕಸಾನ ಅನುಕ್ರಮೆ $I_1^2 * R_1$ ಆಗಿ $I_2^2 * R_2$ ಮ್ಹಣುನ್ ವ್ಯಕ್ತ ಕೆಲೆ ಜಾಠು ಶಕತೆ. ಮ್ಹಣುನ್, ಏಕುಣ ತಾಂತ್ರಿಕ ನುಕಸಾನ ಯಾ ನುಕಸಾನಿಚ್ಯಾ ಬೆರಜೆನೆ ದಿಲೆ ಜಾತೆ.

$$P_c = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

ಯಾ ನುಕಸಾನಾನ್ಯಾ ವ್ಹೆರೀಬಲ ಕಿಂವಾ ಆಮಿಕ ಲಾಸ್ ದೆಖಿಲ ಮ್ಹಣತಾತ ಕಾರಣ ಹೆ ನುಕಸಾನ ಲೋಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಧಾರಾವರ ಬದಲತಿಲ.

iv) Eddy current loss

Eddy current loss occurs when a changing magnetic flux induces an electromotive force (emf) in a closed circuit, resulting in the flow of current within that circuit. The magnitude of this current depends on both the induced emf and the resistance of the circuit.

In the context of transformers, the transformer core is often made of a conductive material. When this core material experiences a changing magnetic field, eddy currents are induced within the material. These currents circulate within the core and can lead to energy losses, which are termed Eddy Current Losses.

To mitigate these losses, transformer cores are designed with laminations or thin layers of core material. This design reduces the circulation of eddy currents, minimizing the associated loss. The mathematical expression for eddy current loss can be derived using specific equations.

$$P_e = k_e B_m^2 t^2 f^2 v$$

Where,

' K_e ' is the co-efficient of eddy current. This value mainly depends on the magnetic material's nature like resistivity and volume of the core material & the width of laminations

' B_m ' is the highest rate of flux density in wb/m²

' t ' is the width of lamination within meters

' f ' is the frequency of reverse of the magnetic field measured in Hz

' v ' is the amount of magnetic material in m³

ಎಡ್ಡಿ ಕರೆಂಟ್ ನಷ್ಟ

ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಕೋಸ್ಟ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೋಟಿವ್ ಫೋರ್ಸ್ (ಇಎಮ್‌ಎಫ್) ಅನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿದಾಗ ಎಡ್ಡಿ ಕರೆಂಟ್ ನಷ್ಟ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ, ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನೊಳಗೆ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣವು ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ಮತ್ತು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಪ್ರತಿರೋಧ ಎರಡನ್ನೂ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಕೋರ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಾಹಕ

वसुगळींद तयारिसलागुत्तद. ँ कॅर वसुवु बदलागुत्तिरुव कांतीय क्खेत्रवन्नु अनुभविसिदाग, वसुविनेलुगं वडि प्रुवाहगळु प्रुचॅरदिसलुडुत्तव. ँ प्रुवाहगळु कॅरनेलुगं पुरिचलनेगुळुत्तवे मत्तु शक्तीय नष्कुगळीं कारणवागबहुदु, ँदन्नु वडि करॅंत् नष्कुगळु वंदु करॅयलागुत्तद.

ँ नष्कुगळन्नु तगुिसलु, ँप्रुन्नुांरु कॅरगळन्नु लुांमिनेषनगळु अधुवा कॅर वसुगळ तॅलुवाद पदरगळुंदिगं विनुासगुळीसलागिद. ँ विनुासवु वडि प्रुवाहगळ पुरिचलनेयन्नु कडिमे मळुत्तद, संबंदिधित नष्कुवन्नु कडिमे मळुत्तद. वडि करॅंत् नष्कुक्क गळीतद अडिवुक्कियन्नु निदिषु सडुीकरणगळन्नु बलुसिकुंणुडु पडुयबहुदु.

$$P_e = k_e B_m^2 t^2 f^2 v$$

वलि,

'क' वंबुदु सुळीय प्रुवाहद गुणुांकवागिद. ँ मळुलुवु मडुडुवागि आयसुांतीय वसुगळ सुुुरुपवन्नु अवलंबिसिरुत्तद, लुदुाहरणुं प्रुतिरुुधकते मत्तु कॅर वसुविने पुरिडुाण मत्तु लुांमिनेशनुगळ अगल

'B_m' वंबुदु wb/m² नलि षुक्क सळुदुतुय अतुुधक दरवागिद

't' वंबुदु डुीटरगळुुळीगिन लुांमिनेशनु अगलवागिद

'f' वंबुदु Hz नलि अलुयलुद कांतीय क्खेत्रद डुडुडु अवतुनद अवतुनवागिद

'v' वंबुदु m³ नलिुरुव कांतीय वसुगळ प्रुडुाणवागिद

एडी वीज नुकसान

बदलतुा चुंबकीय प्रुवाहडुळे क्लुज सर्किटडुडे इलेक्टुुडुडु फुर्स (ईएमएफ) प्रुषित केलुावर एडी करंत लुुस हुतु, पुरिणडुी तुा सर्किटडुडे विदुयुत प्रुवाह येतु. तुा विदुयुत प्रुवाहळी तीवुरतुा प्रुरित emf आणुि सर्किटळुा प्रुतिकार तुा दुनुुीवर अवलंबून असते.

टुुनुसफुुुडुडु सुंदरुडुत, टुुनुसफुुुडुडु कुुर बहुतेकदुा प्रुवाहकीय सळुडुीळुा बनलेलुा असतु. जेवुु तुा कुुर डुडुडुडुडुललुा बदलतुा चुंबकीय कुुेत्रळुा अनुभव येतु, तेवुु तुा सळुडुीडुडे एडी प्रुवाह प्रुरित हुतुतु. हे प्रुवाह कुुरडुडे फुरतुतु आणुि तुाडुळे उरुुुळी हुनुी हुुकुते, तुुलुा एडी करंत लुुसेस डुणतुतु.

हे नुकसळुन कडुी करणुुडुसळुी, टुुनुसफुुुडुडु कुुर लुुडुडुनुशन कुुुवळु कुुर डुडुडुडुडुललुा पळुतळु थरळुनी डुडुडुडुनु केले आहुत. हे डुडुडुडुनु एडी प्रुवाहळुे पुरिसंचरण कडुी करते, संबंदिधित नुकसळुन कडुी करते. एडी करंत लुुस सळुी गणुितीय अधुवुडुकी वुशुषु सडुीकरणे वळुडुनु कळुडुली तुुकुते.

$$P_e = k_e B_m^2 t^2 f^2 v$$

कुुुे,

'क' हुा एडी करंतळुा सह-कळुडुडुडुडुतु आहु. हे डुडुडु डुडुडुडुडुनु चुंबकीय सळुडुीळुा सुवरुडुडुवर अवलंबून असते तुसे कुी प्रुतिरुुधकतुा आणुि डुडुडु सळुडुीळुी डुडुडु आणुि लुुडुडुनुशनळुी रुदुी

'B_m' हुा wb/m² डुडे डुडुडुस घनतेळुा सुवुुुुु दर आहु

't' हुी डुीटरडुडुल लुुडुडुनुशनळुी रुदुी आहु

'f' हुी Hz डुडे डुडुडुडुडुनु चुंबकीय कुुेत्रळुा उलट हुुणुडुळुी वळुडुडुडुतु आहु

'v' हे m^3 मधील चुंबकीय पदार्थाचे प्रमाण आहे

Stray Loss

Stray Losses in a transformer are caused by the leakage magnetic field. Compared to copper and iron losses, stray losses have a lower percentage and are often negligible.

Dielectric Losses

Dielectric Losses, on the other hand, occur within the transformer's insulating oil. The insulating oil is vital for the transformer's performance, and any degradation or reduction in its quality can negatively impact the transformer's efficiency.

द्वारितप्पि नष्प

छ्प्रान्सांमर्नल्लिन स्ये नष्पगळु सैरिक् कान्तीय क्खेत्रदिन्द ँण्ठगुत्तवे. ताम्पु मत्तु क्बिणद नष्पगळीगे ह्णेलिसिदरे, द्वारितप्पि नष्पगळु क्दिमे शैकडववववव प्रमाणवन्नु ह्णेरुत्तवे मत्तु सामान्यववगि अत्तल्लववगिरुत्तवे.

ड्येवलेक्क्ज्क नष्पगळु

मत्तुन्दे, छ्प्रान्सांमर्नल्लि इन्सुलेटिङ्ग वन्णैयैरुळगे ड्येवलेक्क्ज्क नष्पगळु संभविस्सुत्तवे. छ्प्रान्सांमर्नल्लि कान्तीय क्खेत्रदिन्द इन्सुलेटिङ्ग अयिल्ल अत्तल्ल, मत्तु यवववदरे अवन्ति अदर गुणमत्तुदल्लिन क्दिमे छ्प्रान्सांमर्नल्लि दक्कतैय मेलै नकारात्तक पेरिणाम विरुत्तदे.

स्ट्रे लॉस

ट्रान्सफॉर्मरमधील स्ट्रे लॉस हे चुंबकीय क्षेत्राच्या गळतीमुळे होते. तांबे आणि लोखंडाच्या तोंद्याच्या तुलनेत, भटक्या नुकसानांची टक्केवारी कमी असते आणि ती अनेकदा नगण्य असते.

डायलेक्ट्रिक नुकसान

दुसरीकडे, डायलेक्ट्रिक नुकसान ट्रान्सफॉर्मरच्या इन्सुलेट ऑइलमध्ये होते. ट्रान्सफॉर्मरच्या कार्यक्षमतेसाठी इन्सुलेटिंग ऑइल महत्त्वपूर्ण आहे आणि त्याच्या गुणवत्तेमध्ये कोणतीही घसरण किंवा घट ट्रान्सफॉर्मरच्या कार्यक्षमतेवर नकारात्मक परिणाम करू शकते.

4.1.6 Efficiency

The ratio of a transformer's output power to its input power is known as transformer efficiency. The effect of transformer losses is measured by transformer efficiency, which is typically expressed as a percentage. The following formula is used to measure transformer efficiency:

छ्प्रान्सांमर्नल्लि ङैल्लपुल्ल पवर् मत्तु इन्पुल्ल पवर्न अनुपातवन्नु छ्प्रान्सांमर्नल्लि दक्कतै एन्दु करैयल्लगुत्तदे. छ्प्रान्सांमर्नल्लि नष्पगळु पेरिणामवन्नु छ्प्रान्सांमर्नल्लि दक्कतैयिन्द अल्लैयल्लगुत्तदे, इदन्नु सामान्यववगि शैकडवववव प्रमाणदल्लि व्क्कपडिसल्लगुत्तदे. छ्प्रान्सांमर्नल्लि दक्कतैयन्नु अल्लैयल्लु ँ कळगिन

सूत्रावन्नु बलसलागुत्तुदः

ट्रान्सफॉर्मरच्या आउटपुट पॉवर आणि इनपुट पॉवरचे गुणोत्तर ट्रान्सफॉर्मर कार्यक्षमता म्हणून ओळखले जाते. ट्रान्सफॉर्मरच्या नुकसानाचा परिणाम ट्रान्सफॉर्मरच्या कार्यक्षमतेने मोजला जातो, जो सामान्यतः टक्केवारी म्हणून व्यक्त केला जातो. ट्रान्सफॉर्मरची कार्यक्षमता मोजण्यासाठी खालील सूत्र वापरले जाते:

$$\eta = \frac{\text{output power}}{\text{input power}} = \frac{\text{output power}}{\text{output power} + \text{losses}}$$

$$\eta = \frac{\text{output power}}{\text{output power} + \text{iron losses} + \text{copper losses}}$$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos\phi_2}{V_2 I_2 \cos\phi_2 + P_i + P_c}$$

Where,

V_2 – Secondary terminal voltage

I_2 – Full load secondary current

$\cos\phi_2$ – power factor of the load

P_i – Iron losses = hysteresis losses + eddy current losses

P_c – Full load copper losses = $I_2^2 R_{es}$

Consider, the x is the fraction of the full load. The efficiency of the transformer regarding x is expressed as

$$\eta_x = \frac{x \times \text{output}}{x \times \text{output} + P_i + x^2 P_c} = \frac{x V_2 I_2 \cos\phi_2}{x V_2 I_2 \cos\phi_2 + P_i + x^2 I_2^2 R_{es}}$$

The copper losses vary according to the fraction of the load

Examples on Transformers

1. A single-phase transformer has 500 primary and 1000 secondary turns. The net cross sectional area of the core is 50 cm^2 . If the primary winding is connected to a 50 Hz supply at 400 V, compute: a) Peak value of the flux density in the core. b) Voltage induced in the secondary winding.

Solution:

$$\text{a) } \phi_m = B \cdot A = B \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$E = 4.44 f N \phi_m$$

$$400 = 4.44 f N \phi_m$$

$$400 = 4.44 \times 50 \times 500 \times B \times 50 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.7 \text{ Wb/m}^2$$

b) Voltage induced in the secondary is

$$E_s = 4.44 f N \Phi_m = 4.44 \times 50 \times 1000 \times 0.7 \times 50 \times 10^{-4}$$

$$E_s = 800 \text{ V}$$

2. A 100 kVA, 440/220 V, 50 Hz core type transformer has an efficiency of 98.5 %, when supplying full load at 0.8 power factor lagging and an efficiency of 99 %, when supplying half load at unity power factor. Find the iron and copper losses at full load

Solution:

$$\eta = \frac{V_s I_s \cos \phi}{V_s I_s \cos \phi + W_i + W_c}$$

$$0.985 = \frac{100 \times 10^3 \times 0.8}{100 \times 10^3 \times 0.8 + W_i + W_c} \quad 0.985 W_i + 0.985 W_c = 1200$$

Output of transformer at half load with unity power factor

$$\frac{1}{2} \times 100 \times 10^3 \times 1.0 = 50 \times 10^3 \text{ Watt}$$

$$0.985 = \frac{50 \times 10^3}{50 \times 10^3 + W_i + W_c}$$

3. A 50 kVA, 3300/330 V, single phase transformer has iron loss and full load copper loss 400 W and 600 W respectively. Calculate the efficiency at half full load and 0.9 p.f. Also calculate the load at which the efficiency is maximum

Solution:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{x \times kVA \times 1000 \times p.f.}{x \times kVA \times 1000 \times p.f. + W_i + x^2 W_{Cu}} \\ &= \frac{0.5 \times 50 \times 1000 \times 0.9}{0.5 \times 50 \times 1000 \times 0.9 + 400 + 0.5^2 \times 600} \\ &= 0.976 \\ &= 97.6\% \end{aligned}$$

Load at which the maximum efficiency is

$$\begin{aligned}
 &= \text{Full load kVA} \sqrt{\frac{\text{Iron loss}}{\text{Full load copper loss}}} \\
 &= 50 \sqrt{\frac{400}{600}} \\
 &= 40.823 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

4. In a 25 kVA, 2000/200 V, s transformer has iron loss and full load copper loss 350 W and 400 W respectively. Calculate the efficiency at UPF at half and 3/4th full load.

Solution:

i) At half load with UPF The efficiency at any load and p.f is given by

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{x \times \text{kVA} \times 1000 \times p.f.}{x \times \text{kVA} \times 1000 \times p.f. + W_i + x^2 W_{Cu}} \\
 &= \frac{0.5 \times 25 \times 1000 \times 1}{0.5 \times 25 \times 1000 \times 1 + 350 + 0.5^2 \times 400} \\
 &= 0.9652 \\
 &= 96.52\%
 \end{aligned}$$

ii) At 3/4th load with UPF The efficiency at any load and p.f is given by

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{x \times \text{kVA} \times 1000 \times p.f.}{x \times \text{kVA} \times 1000 \times p.f. + W_i + x^2 W_{Cu}} \\
 &= \frac{0.75 \times 25 \times 1000 \times 1}{0.75 \times 25 \times 1000 \times 1 + 350 + (.75)^2 \times 400} \\
 &= 0.9702 \\
 &= 97.02\%
 \end{aligned}$$

5. A 250 kVA, 11000/415 volts 50 Hz transformer has 80 turns on the secondary. Calculate i) Rated primary and secondary currents ii) Number of primary turns iii) Maximum value of flux in the core iv) Voltage induced /turn on secondary.

Solution:

i) Rated primary and secondary currents

$$\begin{aligned}
 E_1 I_1 &= \text{rated kVA} \times 1000 \\
 I_1 &= \frac{250 \times 1000}{11000} = 22.72 \text{ A} \\
 E_2 I_2 &= \text{rated kVA} \times 1000 \\
 I_2 &= \frac{250 \times 1000}{415} = 602.4 \text{ A}
 \end{aligned}$$

ii) Number of primary turns

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$N_1 = \frac{E_1 N_2}{E_2} = \frac{11000 \times 80}{415}$$

$$= 2120$$

iii) Maximum value of flux

$$E_2 = 4.44 f \phi_m N_2$$

$$\phi_m = \frac{415}{4.44 \times 50 \times 80} = 23.36 \text{ mWb}$$

iv) Voltage induced /turn on secondary

$$= \frac{\text{Voltage in secondary}}{\text{Number pf turn on secondary}}$$

$$= \frac{415}{80} 5.18 \text{ V}$$

4.2 Three-phase induction Motors

4.2.1 Concept of rotating magnetic field

When we supply a three-phase power source to a three-phase distributed winding within a rotating machine, it results in the creation of a rotating magnetic field that rotates at the synchronous speed of the machine. The magnetic flux generated by the current in each phase can be described by the equations provided below. This representation of current in a three-phase system is analogous to the cophasial nature of the flux, meaning that the magnetic field and current are in phase with each other.

ತಿರುಗುವ ಯಂತ್ರದೊಳಗೆ ಮೂರು-ಹಂತದ ವಿತರಣೆಯ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಮೂರು-ಹಂತದ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೂಲವನ್ನು ನಾವು ಪೂರೈಸಿದಾಗ, ಇದು ಯಂತ್ರದ ಸಿಂಕ್ರೊನಸ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವ ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಹರಿವನ್ನು ಕೆಳಗೆ ನೀಡಲಾದ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಮೂರು-ಹಂತದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತದ ಈ ಪ್ರಾತಿನಿಧ್ಯವು ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ ಕೋಫಾಸಿಯಲ್ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕೆ ಹೋಲುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ಪ್ರವಾಹವು ಪರಸ್ಪರ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ.

जेव्हा आपण एका फिरत्या मशीनमध्ये तीन-फेज वितरीत विंडिंगला थ्री-फेज पॉवर स्रोत पुरवतो, तेव्हा त्याचा परिणाम एक फिरणारे चुंबकीय क्षेत्र तयार होतो जे मशीनच्या समकालिक गतीने फिरते. प्रत्येक टप्प्यात विद्युत् प्रवाहाने निर्माण होणारा चुंबकीय प्रवाह खाली दिलेल्या समीकरणांद्वारे वर्णन केला जाऊ शकतो. थ्री-फेज सिस्टीममधील विद्युत् प्रवाहाचे हे प्रतिनिधित्व फ्लक्सच्या कोफेसियल स्वरूपाचे समान आहे, याचा अर्थ चुंबकीय क्षेत्र आणि प्रवाह एकमेकांच्या टप्प्यात आहेत.

$$\begin{aligned}\phi_R &= \phi_m \sin(\omega t) \\ \phi_Y &= \phi_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ \phi_B &= \phi_m \sin(\omega t - 240^\circ)\end{aligned}$$

Where, ϕ_R , ϕ_Y and ϕ_B are the instantaneous flux of corresponding Red, Yellow and Blue phase winding, ϕ_m amplitude of the flux wave. The flux wave in the space can be represented as shown below in Figure 4.4.

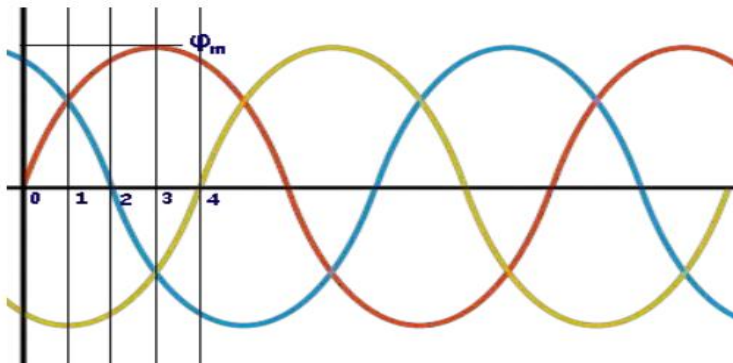


Figure 4.4 Three phase Voltages

Now, on the above graphical representation of flux waves, we will first consider the point 0. Here, the value of ϕ_R is

$$\phi_R = \phi_m \sin(0) = 0$$

The value of ϕ_Y is

$$\phi_Y = \phi_m \sin(0 - 120^\circ) = \phi_m \sin(-120^\circ) = -\frac{\sqrt{3}}{2} \phi_m$$

The value of ϕ_B is

$$\phi_B = \phi_m \sin(0 - 240^\circ) = \phi_m \sin(-240^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2} \phi_m$$

The resultant of these fluxes at that instant (ϕ_r) is $1.5\phi_m$ which is shown in the figure 4.5 below.

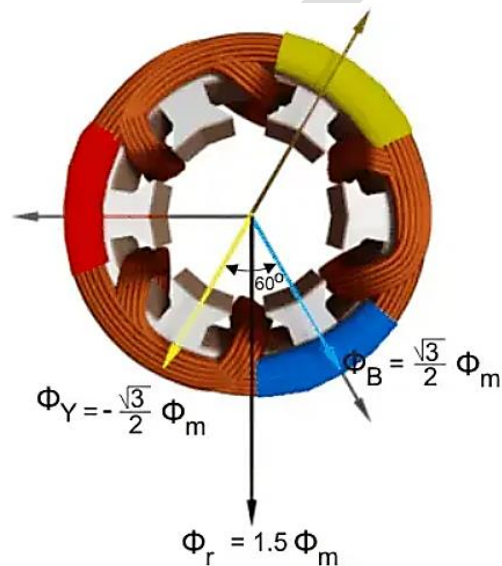


Figure 4.5 Resultant Flux case i

Now, on the above graphical representation of flux waves, we will consider the point 1, where $\omega t = \pi / 6$ or 30° .

Here, the value of ϕ_R is

$$\phi_R = \phi_m \sin(30^\circ) = \frac{1}{2} \phi_m$$

The value of ϕ_Y is

$$\phi_Y = \phi_m \sin(30^\circ - 120^\circ) = \phi_m \sin(-90^\circ) = -\phi_m$$

The value of ϕ_B is

$$\phi_B = \phi_m \sin(30^\circ - 240^\circ) = \phi_m \sin(-210^\circ) = \frac{1}{2}\phi_m$$

The resultant of these fluxes at that instant (ϕ_r) is $1.5\phi_m$ which is shown in the figure 4.6 below. here it is clear that the resultant flux vector is rotated 30° further clockwise without changing its value.

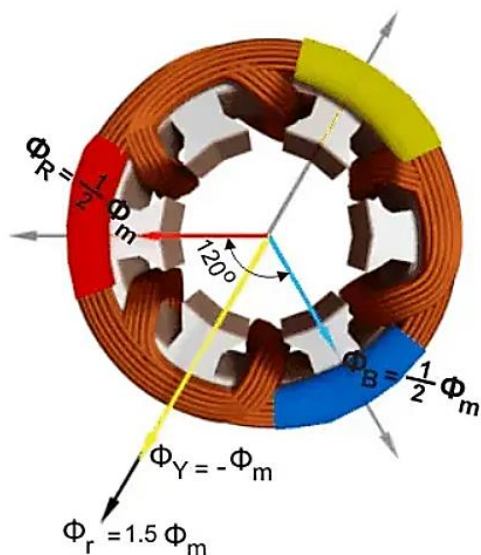


Figure 4.6 Resultant Flux case ii

Now, on the graphical representation of flux waves, we will consider the point 2, where $\omega t = \pi/3$ or 60° .

Here, the value of ϕ_R is

$$\phi_R = \phi_m \sin(60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}\phi_m$$

The value of ϕ_Y is

$$\phi_Y = \phi_m \sin(60^\circ - 120^\circ) = \phi_m \sin(-60^\circ) = -\frac{\sqrt{3}}{2}\phi_m$$

The value of ϕ_B is

$$\phi_B = \phi_m \sin(60^\circ - 240^\circ) = \phi_m \sin(-180^\circ) = 0$$

The resultant of these fluxes at that instant (ϕ_r) is $1.5\phi_m$ which is shown in the figure 4.7 below. here it is clear that the resultant flux vector is rotated 30° further clockwise without changing its value.

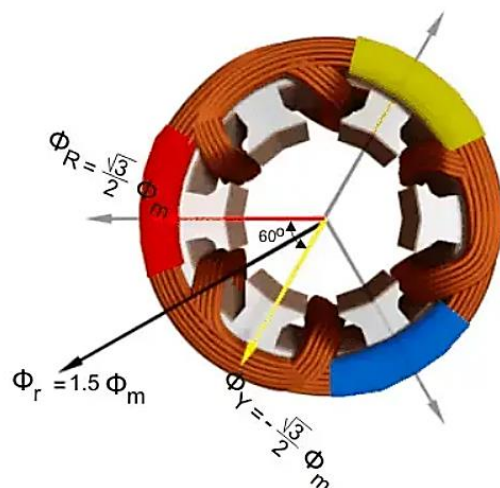


Figure 4.6 Resultant Flux case iii

Now, on the graphical representation of flux waves, we will consider the point 3, where $\omega t = \pi / 2$ or 90° .

Here, the value of ϕ_R is

$$\phi_R = \phi_m \sin(90^\circ) = \phi_m$$

The value of ϕ_Y is

$$\phi_Y = \phi_m \sin(90^\circ - 120^\circ) = \phi_m \sin(-30^\circ) = -\frac{1}{2}\phi_m$$

The value of ϕ_B is

$$\phi_B = \phi_m \sin(90^\circ - 240^\circ) = \phi_m \sin(-150^\circ) = -\frac{1}{2}\phi_m$$

The resultant of these fluxes at that instant (ϕ_r) is $1.5\phi_m$ which is shown in the figure 4.7 below. here it is clear that the resultant flux vector is rotated 30° further clockwise without changing its value.

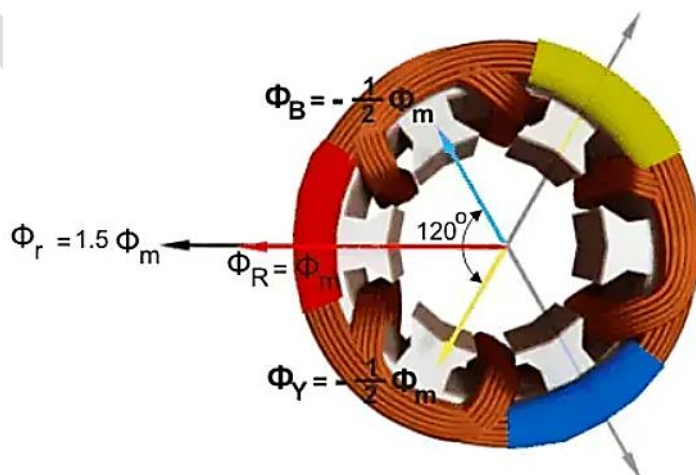


Figure 4.7 Resultant Flux case iv

4.2.2 Principle of operation of Induction motor

The three phase induction motor works on the principle of electromagnetic induction. When a three phase supply is given to three-phase winding of the motor, a magnetic field is produced which rotates at synchronous speed. The rotating flux passes through the air gap and cuts the rotor conductors which are at rest. The rotor winding is short circuited, therefore, the current will flow in the rotor winding due to induced emf & a magnetic field is setup.

ಮೂರು ಹಂತದ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟಾರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಮೋಟರ್ನ ಮೂರು-ಹಂತದ ಅಂಕುಡೊಂಕಾದ ಮೂರು ಹಂತದ ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ನೀಡಿದಾಗ, ಸಿಂಕ್ರೊನಸ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತಿರುಗುವ ಹರಿವು ಗಾಳಿಯ ಅಂತರದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿಶ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿರುವ ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್ಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ರೋಟರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಶಾರ್ಟ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಆಗಿದೆ, ಆದ್ದರಿಂದ, ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್‌ನಿಂದ ರೋಟರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶ್ರೀ ಫೇಜ್ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋಮೆಗ್ನೆಟಿಕ್ ಇಂಡಕ್ಷನ್‌ನ ತತ್ವದ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಜೇಹ್ನಾ ಮೋಟರ್‌ನ ಶ್ರೀ-ಫೇಜ್ ವಾಂಡಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಫೇಜ್ ಪುರವಾಹಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಒಂದು ಚುಂಬಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ತಯಾರು ಹೊತ್ತೆ ಜೇ ಸಮಕಾಲಿಕ ವೇಗುನೇ ಫಿರತೇ. ಫಿರಗಾರಾ ಪ್ರವಾಹ ಹವೇಚ್ಯಾ ಅಂತರಾತುನು ಜಾತು ಆಗಿಣಿ ವಿಸ್ರಾಂತೀವರ ಅಸಲೇಲ್ಯಾ ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ನಾ ಕಾಪತು. ರೋಟರ್ ವಲಣ ಶಾರ್ಟ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕೇಲೇಲೇ ಆಹೇ, ಮ್ಹಣುನ, ಪ್ರೇರಿತ ಇಎಮ್‌ಎಫ್‌ಮುಲೇ ರೋಟರ್ ವೆಂಡಿಂಗ್‌ಮಧ್ಯೆ ವಿದ್ಯುತು ಪ್ರವಾಹ ವಾಹು ಲಾಗೇಲ ಆಗಿಣಿ ಚುಂಬಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಸೇಟುಪು ಆಹೇ.

Now these two magnetic field interact, a torque is produced. According to Lenz's law under the influence of this torque, the rotor starts rotating in the same direction as the rotating magnetic field. The speed of the rotor will be always less than the speed of the field. The emf in the rotor is induced by the law of electromagnetic induction, therefore, this motor is called induction motor.

ಈಗ ಈ ಎರಡು ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಫೀಲ್ಡ್ ಸಂವಹನ, ಟಾರ್ಕ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಟಾರ್ಕ್ ಪ್ರಭಾವದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಲೆನ್ಸ್ ಕಾನೂನಿನ ಪ್ರಕಾರ, ರೋಟರ್ ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಂತೆಯೇ ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಿರುಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ರೋಟರ್ನ ವೇಗವು ಯಾವಾಗಲೂ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ. ರೋಟರ್‌ನಲ್ಲಿನ ಇಎಮ್‌ಎಫ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ನಿಯಮದಿಂದ ಪ್ರೇರಿತವಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ, ಆದ್ದರಿಂದ, ಈ ಮೋಟಾರ್ ಅನ್ನು ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟಾರ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

आता हे दोन चुंबकीय क्षेत्र परस्परसंवाद करतात, एक टॉर्क तयार होतो. या टॉर्कच्या प्रभावाखाली लेन्झच्या नियमानुसार, रोटर फिरत असलेल्या चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेने फिरू लागतो. रोटरचा वेग नेहमी फील्डच्या वेगापेक्षा कमी असेल. रोटरमधील ईएमएफ इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनच्या नियमाद्वारे प्रेरित आहे, म्हणून, या मोटरला इंडक्शन मोटर म्हणतात.

4.2.3 Constructional features of motor, types – squirrel cage and wound rotor.

The stator of the three-phase induction motor as shown in figure 4.8 below consists of three main parts : 1. Stator frame, 2. Stator core, 3. Stator winding or field winding.

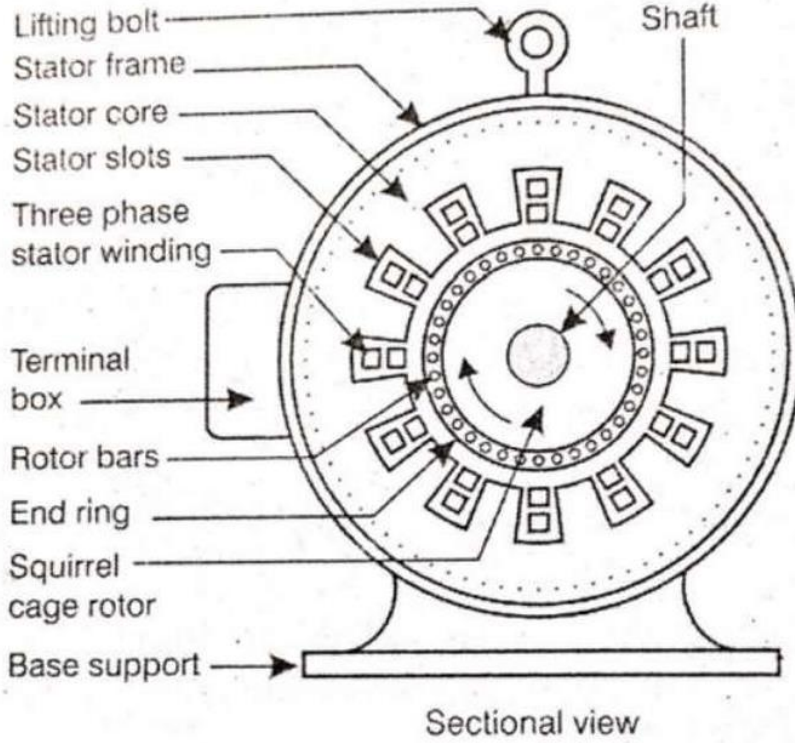


Figure 4.8 Construction of Three-Phase Induction Motor

1. Stator: It is the stationary part of the motor. It has three main parts: Frame or Yoke It is the outer part of the three-phase induction motor. Its main function of the frame is to support the stator core & stator winding. It acts as a covering, and it provides protection & mechanical strength to all the inner parts of the three-phase induction motor.

ಸ್ವೀಟರ್

ಇದು ಮೋಟಾರಿನ ಸ್ಥಾಯಿ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ಇದು ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ: ಫ್ರೇಮ್ ಅಥವಾ ನೋಗ ಇದು ಮೂರು ಹಂತದ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟಾರ್‌ನ ಹೊರ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯವು ಬೆಂಬಲಿಸುವುದು ಸ್ವೀಟರ್ ಕೋರ್ ಮತ್ತು ಸ್ವೀಟರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್. ಇದು ಹೊದಿಕೆಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದು ರಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ ಮೂರು ಹಂತದ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟಾರ್‌ನ ಎಲ್ಲಾ ಒಳ ಭಾಗಗಳಿಗೆ.

ಸ್ಟೇಟರ್

ಹಾ ಮೋಟಾರ್‌ನ ಸ್ಥಿರ ಭಾಗ ಆಹೆ. ತ್ಯಾಚೆ ತೀನ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗ ಆಹೆತ:

ಫ್ರೇಮ್ ಕಿವಾ ಯೋಕ್ ಹಾ ಶ್ರೀ ಫೇಜ್ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟಾರ್‌ನ ಬಾಹ್ಯ ಭಾಗ ಆಹೆ. ಫ್ರೇಮ್‌ಚೆ ತ್ಯಾಚೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯ ಸಮರ್ಥನ ಕರಣೆ ಆಹೆ ಸ್ಟೇಟರ್ ಕೋರ್ ಆಣಿ ಸ್ಟೇಟರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್. ಹೆ ಆಚ್ಛಾದನ ಮ್ಹಣ್ಣುನ್ ಕಾರ್ಯ ಕರತೆ ಆಣಿ ತೆ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಆಣಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರದಾನ

करते श्री फेज इंडक्शन मोटरच्या सर्व आतील भागांना.

Stator core: The main function of stator core is to carry the alternating flux. In order to reduce the eddy current loss, the stator core is laminated. The core is made up of thin silicon steel laminations. These are insulated from each other by varnish, the slots are cut on inner periphery of core stampings. The stator windings are placed in these slots.

स्टेटर कोर: मुख्य कार्य म्हणजे पर्यायी प्रवाह वाहून नेणे. एडी वर्तमान नुकसान कमी करण्यासाठी, स्टेटर कोर लॅमिनेटेड आहे. कोर पातळ सिलिकॉन स्टील लॅमिनेशनचा बनलेला आहे. हे वार्निशद्वारे एकमेकांपासून इन्सुलेटेड आहेत, स्लॉट कोर स्टॅम्पिंगच्या आतील परिघावर कापले जातात. या स्लॉट्समध्ये स्टेटर विंडिंग्स ठेवल्या जातात.

स्टेटर कोरचे:- मुख्य कार्य म्हणजे पर्यायी प्रवाह वाहून नेणे. एडी वर्तमान नुकसान कमी करण्यासाठी, स्टेटर कोर लॅमिनेटेड आहे. कोर पातळ सिलिकॉन स्टील लॅमिनेशनचा बनलेला आहे. हे वार्निशद्वारे एकमेकांपासून इन्सुलेटेड आहेत, स्लॉट कोर स्टॅम्पिंगच्या आतील परिघावर कापले जातात. या स्लॉट्समध्ये स्टेटर विंडिंग्स ठेवल्या जातात.

Stator windings: Stator winding is made up of super enamelled copper wire. Three phase windings are placed in the stator core slots & six terminals are brought out. They may be star connected or may be delta connected. The windings are connected in star at starting.

स्टेटर विंडिंग्स: स्टेटर विंडिंग हे सुपर इन्मेल्ड कॉपर वायरचे बनलेले असते. स्टेटर कोर स्लॉटमध्ये तीन फेज विंडिंग्स ठेवले जातात आणि सहा टर्मिनल बाहेर आणले जातात. ते तारा जोडलेले असू शकतात किंवा डेल्टा जोडलेले असू शकतात. विंडिंग्स सुरवातीला तारेत जोडलेले असतात.

स्टेटर विंडिंग्स: स्टेटर विंडिंग हे सुपर इन्मेल्ड कॉपर वायरचे बनलेले असते. स्टेटर कोर स्लॉटमध्ये तीन फेज विंडिंग्स ठेवले जातात आणि सहा टर्मिनल बाहेर आणले जातात. ते तारा जोडलेले असू शकतात किंवा डेल्टा जोडलेले असू शकतात. विंडिंग्स सुरवातीला तारेत जोडलेले असतात.

Rotor:- It is a rotating part of the motor. It is mounted on the shaft. It consists of hollow laminated core having slots on its outer periphery. The windings placed in these slots (rotor winding) may be one of the following two types:

- Squirrel cage rotor
- Slip ring rotor or wound rotor or phase wound rotor.

Squirrel cage rotor

• The rotor consists of a cylindrical laminated core with parallel slots for carrying the rotor conductors. The squirrel cage rotor consists of aluminium, brass or copper bars. These aluminium, brass or copper bars are called rotor conductors & are placed in the slots on the periphery of the rotor. The rotor conductors are permanently shorted by the copper, or aluminum rings called the end rings. To provide mechanical strength, these rotor conductors are braced to the end ring & hence form a complete closed circuit resembling like a cage & hence got its name as squirrel cage induction motor.

ರೋಟರ್:- ಇದು ಮೋಟಾರಿನ ತಿರುಗುವ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಶಾಫ್ಟ್ ಮೇಲೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಅದರ ಹೊರ ಪರಿಧಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಲಾಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಟೋಳ್ಕಾದ ಲ್ಯಾಮಿನೇಟೆಡ್ ಕೋರ್ ಅನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಈ ಸ್ಲಾಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾದ ವಿಂಡ್‌ಗಳು (ರೋಟರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್) ಈ ಕೆಳಗಿನ ಎರಡು ಪ್ರಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿರಬಹುದು:

- ಅಳಿಲು ಕೇಜ್ ರೋಟರ್
- ಸ್ಲಿಪ್ ರಿಂಗ್ ರೋಟರ್ ಅಥವಾ ಗಾಯದ ರೋಟರ್ ಅಥವಾ ಹಂತದ ಗಾಯದ ರೋಟರ್.

ರೋಟರ್:- ಹಾ ಮೋಟಾರ್‌ನ ಫಿರಣಾರಾ ಭಾಗ ಆಹೆ. ಹೆ ಶಾಫ್ಟ್ ವರ ಆರೋಹಿತ ಆಹೆ. ತ್ಯಾತ್ ಪೊಕಡ ಲೆಮಿನೇಟೆಡ್ ಕೋರ್ ಅಸತಾತ್ ಜ್ಯಾಚ್ಯಾ ಬಾಹ್ಯ ಪರಿಧಾವರ ಸ್ಲಾಟ್ ಅಸತಾತ್. ಯಾ ಸ್ಲಾಟ್‌ಸಮಧ್ಯೆ (ರೋಟರ್ ವಾಂಡಿಂಗ್) ಠೆವಲೆಲೆ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಖಾಲೀಲ ದೊನ್ ಪ್ರಕಾರಾಪೆಕೀ ಏಕ ಅಸು ಶಕತಾತ್:

- ಗಿಲಹರಿ ಪಿಂಜರಾ ರೋಟರ್
- ಸ್ಲಿಪ್ ರಿಂಗ್ ರೋಟರ್ ಕಿವಾ ಜಖಮ ರೋಟರ್ ಕಿವಾ ಫೇಜ್ ಜಖಮ ರೋಟರ್.

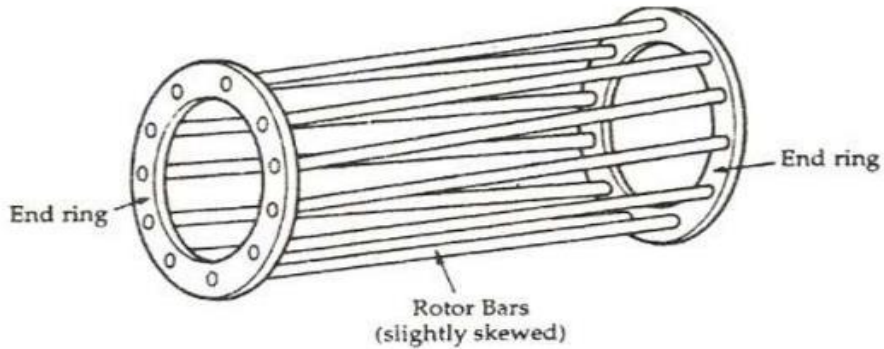


Figure 4.9 Squirrel Cage Rotor

Slip ring rotor or wound rotor or phase wound rotor

• The wound rotor consists a slotted armature. Insulated conductors are put in the slots & connected to form a three-phase double layer distributed winding similar to the stator winding. The rotor windings are connected in star.

• Wound ರೋಟರ್ ಸ್ಲಾಟ್ ಮಾಡಿದ ಆರ್ಮೇಚರ್ ಅನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನುಲೇಟೆಡ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಸ್ಲಾಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸ್ಟೇಟರ್ ವಿಂಡಿಂಗ್‌ನಂತೆಯೇ ಮೂರು-ಹಂತದ ಡಬಲ್ ಲೇಯರ್ ವಿತರಿಸಿದ ವಿಂಡಿಂಗ್ ಅನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಸಂಪರ್ಕಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

रोटर विंडिंग्सनु नक्कत्रदली संपर्कसलगीदं.

• वाउंड रोटरमध्ये स्लॉटिड आर्मेचर असते. इन्सुलेटेड कंडक्टर स्लॉटमध्ये ठेवले जातात आणि स्टेटर विंडिंग प्रमाणेच तीन-फेज दुहेरी स्तर वितरित वाइंडिंग तयार करण्यासाठी जोडले जातात. रोटर विंडिंग तारेमध्ये जोडलेले आहेत.

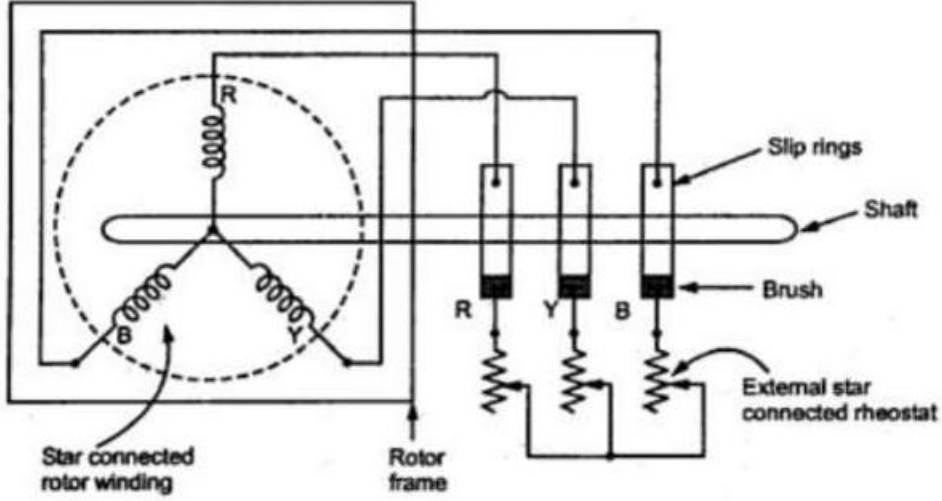


Figure 4.10 Slip Ring Rotor

The open end of the start circuit are brought outside the rotor and connected to the insulated slip rings. The slip rings are mounted on the shaft with brushes resting on them. The brushes are connected to three phase variable resistors connected in star. The purpose of slip rings & brushes is to provide a means for connecting external resistors in the circuit.

प्रारंभद सर्फोर्टू मुक्त तुदियनु रोरर होरगे तरलगुतुदं मुतु इनुलैटेड स्लिप रिंगुसुसुगे संपर्कसलगुतुदं. स्लिप रिंगुसुसुगे अतुगे मेलै कुंङुगुसु पुरैकुंयैउंदुगे शुरषुसुलु, कुंडुसुलुगुदं. कुंङुगुसु नक्कत्रदली संपर्कसलुदं मुुरु हंतद वेलैरुडुलु रैसुसुसुसुगे संपर्कसलुगुदं. स्लिप रिंगुगुसु मुतु डुरषुगुसु लुदुंशुवु सर्फुसुलुनु, डुरतुरैरुदुङुगुसु संपर्कसलु सुरुधनुनु डुदुगुसुवुदु.

स्टार्ट सर्किटचे ओपन एंड रोटरच्या बाहेर आणले जातात आणि इन्सुलेटेड स्लिप रिंग्सशी जोडलेले असतात. स्लिप रिंग शाफ्टवर ब्रशेसच्या चाचणीसह बसविल्या जातात. ब्रशेस तारेत जोडलेल्या तीन फेज व्हेरिअबल रेझिस्टरशी जोडलेले आहेत. स्लिप रिंग्ज आणि ब्रशेसचा उद्देश सर्किटमध्ये बाह्य प्रतिरोधकांना जोडण्यासाठी एक साधन प्रदान करणे आहे.

4.2.4 Slip and its significance

When the induction motor is fed with a three-phase supply, a rotating magnetic field is produced. The speed of the rotating magnetic field is known as the synchronous speed (N_s) of the motor. The magnetic field produced in the motor gets linked to the rotor conductors which are short-circuited by the end rings.

ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್ ಅನ್ನು ಮೂರು-ಹಂತದ ಪೂರೈಕೆಯೊಂದಿಗೆ ನೀಡಿದಾಗ, ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವೇಗವನ್ನು ಮೋಟಾರಿನ ಸಿಂಕ್ರೋನಸ್ ವೇಗ (N_s) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೋಟಾರಿನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಆಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವು ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳಿಗೆ ಲಿಂಕ್ ಆಗುತ್ತದೆ, ಅದು ಅಂತಿಮ ಉಂಗುರಗಳಿಂದ ಶಾರ್ಟ್-ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಆಗುತ್ತದೆ.

जेव्हा इंडक्शन मोटरला तीन-टप्याचा पुरवठा केला जातो तेव्हा एक फिरणारे चुंबकीय क्षेत्र तयार होते. फिरणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राचा वेग मोटरचा समकालिक वेग (N_s) म्हणून ओळखला जातो. मोटरमध्ये निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र रोटार कंडक्टरशी जोडले जाते जे शेवटच्या रिंग्सद्वारे शॉर्ट सर्किट केलेले असतात.

The linked flux to the rotor conductors induces a voltage in the rotor, and as the rotor conductors are short-circuited, the current starts flowing through the rotor conductors. Due to an interaction between the magnetic field and the rotor current, the torque is produced and the rotor starts rotating. Let the rotating speed of the rotor is N .

ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳಿಗೆ ಲಿಂಕ್ ಮಾಡಲಾದ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ರೋಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ಅನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳಂತೆ ಶಾರ್ಟ್-ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್, ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ರೋಟರ್ ಪ್ರವಾಹ, ಟಾರ್ಕ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ರೋಟರ್ ತಿರುಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಅವಕಾಶ ರೋಟರ್ ತಿರುಗುವ ವೇಗ ಎನ್.

रोटर कंडक्टरशी जोडलेला प्रवाह रोटरमध्ये व्होल्टेज निर्माण करतो आणि रोटर कंडक्टर जसे शॉर्ट सर्किट केलेले, रोटर कंडक्टरमधून विद्युत प्रवाह वाहू लागतो. यांच्यातील परस्परसंवादामुळे चुंबकीय क्षेत्र आणि रोटर करंट, टॉर्क तयार होतो आणि रोटर फिरू लागतो. द्या रोटरचा फिरण्याचा वेग N आहे.

In an induction motor, the rotor speed always lags the synchronous speed of the rotating magnetic field. The induction motor is called an asynchronous motor because the actual speed of the motor is always less than the synchronous speed of the motor.

इंडक्शन मोटरमध्ये, रोटरचा वेग नेहमी फिरणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राच्या समकालिक गतीपेक्षा मागे असतो. इंडक्शन मोटरला एसिंक्रोनस मोटर असे म्हणतात कारण मोटरची वास्तविक गती मोटरच्या सिंक्रोनस गतीपेक्षा नेहमीच कमी असते.

ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್‌ನಲ್ಲಿ, ರೋಟರ್ ವೇಗವು ಯಾವಾಗಲೂ ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಿಂಕ್ರೋನಸ್ ವೇಗವನ್ನು ಹಿಂದುಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್ ಅನ್ನು ಅಸಮಕಾಲಿಕ ಮೋಟಾರ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಮೋಟಾರಿನ ನಿಜವಾದ ವೇಗವು ಯಾವಾಗಲೂ

ಮೋಟಾರಿನ ಸಿಂಕ್ರೋನಸ್ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುತ್ತದೆ.

The difference between the speed of the rotating magnetic field or synchronous speed and the actual speed of the rotor or motor is known as the slip of the motor. The slip can be mathematically expressed as;

ತಿರುಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವೇಗ ಅಥವಾ ಸಿಂಕ್ರೋನಸ್ ವೇಗ ಮತ್ತು ನಿಜವಾದ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ರೋಟರ್ ಅಥವಾ ಮೋಟರ್‌ನ ವೇಗವನ್ನು ಮೋಟರ್‌ನ ಸ್ಲಿಪ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ಲಿಪ್ ಅನ್ನು ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಹುದು ಎಂದು;

फिरणारे चुंबकीय क्षेत्र किंवा समकालिक गती आणि वास्तविक यातील फरक रोटार किंवा मोटरचा वेग मोटरचा स्लिप म्हणून ओळखला जातो. स्लिप गणितीय पद्धतीने व्यक्त केली जाऊ शकते म्हणून;

$$s = N_s - N$$

Percentage slip,

$$\% s = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100$$

Why Slip is a must for the operation of an Induction Motor

The torque is produced when the current flows in the rotor conductor. If the slip is zero, no EMF will be induced in the rotor conductor and hence there will be no flow of the current in the rotor circuit. The torque is produced due to an interaction of the main flux and the rotor current. If the rotor current is zero, the motor will produce no torque. In absence of the slip, the operation of the motor is not possible. The torque produced in an induction motor is proportional to the slip. The torque equation of the induction motor is as given below.

ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿಯುವಾಗ ಟಾರ್ಕ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ಲಿಪ್ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ, ರೋಟರ್ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ EMF ಅನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಆದ್ದರಿಂದ ರೋಟರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಮುಖ್ಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ರೋಟರ್ ಪ್ರವಾಹದ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ರೋಟರ್ ಪ್ರವಾಹವು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ, ಮೋಟರ್ ಯಾವುದೇ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಸ್ಲಿಪ್ ಅನುಪಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ, ಮೋಟರ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಟಾರ್ಕ್ ಸ್ಲಿಪ್‌ಗೆ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್ ಟಾರ್ಕ್ ಸಮೀಕರಣವು ಕೆಳಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

रोटर कंडक्टरमध्ये विद्युत प्रवाह वाहताना टॉर्क तयार होतो. जर स्लिप शून्य असेल, तर रोटार कंडक्टरमध्ये कोणताही EMF प्रवृत्त होणार नाही आणि त्यामुळे रोटार सर्किटमध्ये विद्युत प्रवाह होणार नाही. मुख्य प्रवाह आणि रोटार प्रवाह यांच्या परस्परसंवादांमुळे टॉर्क तयार होतो. जर रोटारचा प्रवाह शून्य असेल तर मोटर टॉर्क निर्माण करणार नाही. स्लिपच्या अनुपस्थितीत, मोटरचे ऑपरेशन शक्य नाही. इंडक्शन मोटरमध्ये निर्माण होणारा टॉर्क स्लिपच्या प्रमाणात असतो. इंडक्शन मोटरचे टॉर्क समीकरण खाली दिलेले आहे.

$$T = \frac{K s E_2^2 R_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}}$$

Where,

$$K = \frac{3}{2\pi n_s}$$

R_2 = Rotor Resistance/Phase

X_2 = Rotor Reactance/ Phase

s = Slip of the motor

n_s = Synchronous Speed of the motor

From the above torque equation of an induction motor, it is clear that if the slip is zero the torque will be zero. When the load on the motor increase the slip gets increased and the speed of the motor decreases slightly, thus the motor delivers higher torque for driving the load. From the above torque equation of an induction motor, it is clear that if the slip is zero the torque will be zero. When the load on the motor increase the slip gets increased and the speed of the motor decreases slightly, thus the motor delivers higher torque for driving the load.

ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್‌ನ ಮೇಲಿನ ಟಾರ್ಕ್ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ, ಸ್ಲಿಪ್ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಟಾರ್ಕ್ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೋಟಾರಿನ ಮೇಲಿನ ಹೊರೆ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಸ್ಲಿಪ್ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಮೋಟಾರಿನ ವೇಗವು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಹೀಗಾಗಿ ಮೋಟಾರ್ ಲೋಡ್ ಅನ್ನು ಚಾಲನೆ ಮಾಡಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಮೋಟರ್‌ನ ಮೇಲಿನ ಟಾರ್ಕ್ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ, ಸ್ಲಿಪ್ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಟಾರ್ಕ್ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೋಟಾರಿನ ಮೇಲಿನ ಹೊರೆ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಸ್ಲಿಪ್ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಮೋಟಾರಿನ ವೇಗವು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಹೀಗಾಗಿ ಮೋಟಾರ್ ಲೋಡ್ ಅನ್ನು ಚಾಲನೆ ಮಾಡಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಟಾರ್ಕ್ ಅನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

इंडक्शन मोटरच्या वरील टॉर्क समीकरणावरून हे स्पष्ट होते की स्लिप शून्य असल्यास टॉर्क शून्य असेल. जेव्हा मोटरवरील भार वाढतो तेव्हा स्लिप वाढते आणि मोटरचा वेग थोडा कमी होतो, अशा प्रकारे मोटर भार चालविण्यासाठी जास्त टॉर्क वितरीत करते. इंडक्शन मोटरच्या वरील टॉर्क समीकरणावरून हे स्पष्ट होते की स्लिप शून्य असल्यास टॉर्क शून्य असेल. जेव्हा मोटरवरील भार वाढतो तेव्हा स्लिप वाढते आणि मोटरचा वेग थोडा कमी होतो, अशा प्रकारे मोटर भार चालविण्यासाठी जास्त टॉर्क वितरीत करते.

Examples on Three-phase induction Motors

1. A 3-phase, 4-pole induction motor is connected to a 50 Hz supply. The voltage induced in the rotor bar conductors is 5 V when the rotor is at standstill. Calculate the voltage and frequency induced in the rotor conductors at 500 RPM.

Solution:

$$\text{Synchronous speed, } N_S = \frac{120 f}{P} = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ RPM}$$

$$\text{Slip, } s = \frac{N_S - N_r}{N_S} = \frac{1500 - 500}{1500} = 0.67$$

Therefore, corresponding to the slip 's',

$$\text{Induced voltage in rotor, } V_2' = s V_2 = 0.67 \times 5 = 3.35 \text{ V}$$

$$\text{Rotor frequency, } f_r = s f = 0.67 \times 50 = 33.5 \text{ Hz}$$

2. A 3-phase, 50 Hz induction motor has 8 poles and operates with a slip of 4 % at a certain load. Determine the frequency of the rotor current.

Solution:

$$\text{Rotor current frequency, } f_r = s f = 0.04 \times 50 = 2 \text{ Hz}$$

3. A three phase, 12 pole, salient pole alternator is coupled to a diesel engine running at 500rpm. It supplies an induction motor which has a full load speed of 1440 rpm. Find the percentage slip and number of poles of the induction motor.

Solution:

$$\text{Frequency of supply to the induction motor } f = pn/120 = 12 \times 500 / 120 = 50 \text{ Hz}$$

$$\text{Speed of Induction motor} = 1440 \text{ rpm,}$$

$$\text{Number of poles of induction motor} = p = 120 f / n = 120 \times 50 / 1440 = 4.16$$

The number of poles is to be even, selecting the nearest even number as the number of poles

$$p = 4$$

$$\text{Synchronous speed of the induction motor } N_s = 120f/p = 120 \times 50 / 4 = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{slip} = (N_s - N) / N_s = (1500 - 1440) / 1500 = 0.04$$

$$\text{Percentage slip} = 4 \%$$

4. If the induced emf in the stator of an 8 pole induction motor has a frequency of 50 Hz and that in the rotor is 1.5 Hz, at what speed is the motor running and what is the slip?

Solution:

$$f = 50 \text{ Hz and } f_r = 1.5 \text{ Hz,}$$

$$N_s = 120f/p = 120 \times 50 / 8 = 750 \text{ rpm}$$

$$\text{We have } f_r = s f$$

$$\text{Hence } s = f_r / f = 1.5 / 50 = 0.03$$

$$\text{Hence } N = (1 - s)N_s = (1 - 0.03) \times 750 = 727.5 \text{ rpm}$$

Module-5

5.1 Domestic Wiring: Requirements, Types of wiring: casing, capping. Two way and three-way control of load.

5.2 Electricity Bill: Definition of “unit” used for consumption of electrical energy, two-part electricity tariff, calculation of electricity bill for domestic consumers.

5.3 Equipment Safety measures: Working principle of Fuse and Miniature circuit breaker (MCB), merits and demerits. Personal safety measures: Earthing and its types, Safety Precautions to avoid shock.

5.1 Domestic Wiring

5.1.1 Types of wiring

Casing and Capping

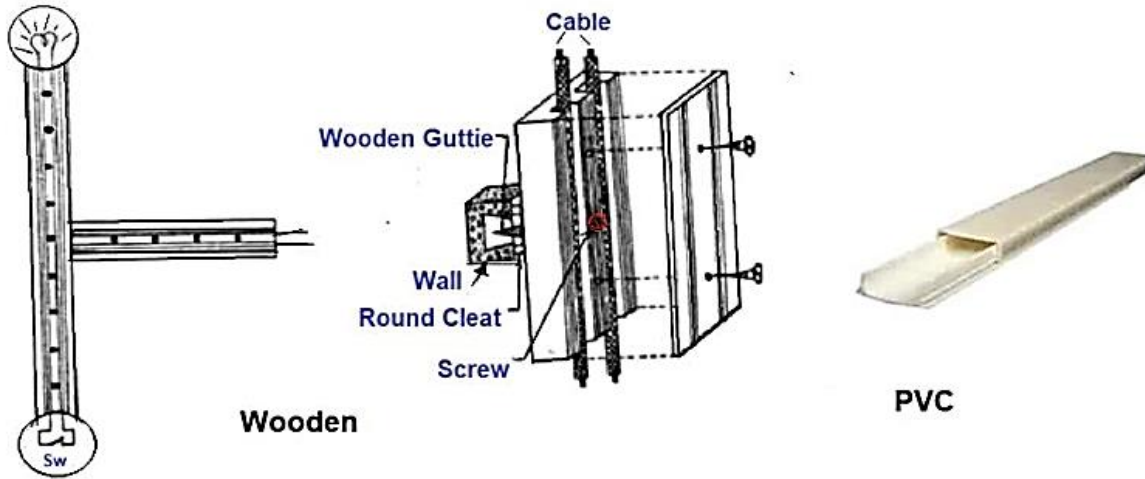


Figure 5.1 Casing & Capping

This type of wiring is very popular. Because this wiring system is very easy to do and it is also very cheap. If it is done above the walls, then anyone can fit it very easily in this wiring fitting, the wires are placed inside the plastic casing or wooden enclosures. It is a kind of open fitting it is covered from the top so that it looks good and looks more secure.

Advantages

- This wiring system is much easier and cheaper than other wiring systems.
- This wiring system is very strong and long-lasting.
- One can make changes to this wiring very easily.
- There is no risk of electric shock as it covers the wires well.
- If phase and neutral follow a different path, repair becomes easy.

ಈ ರೀತಿಯ ವೈರಿಂಗ್ ಬಹಳ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ವೈರಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಮಾಡಲು ತುಂಬಾ ಸುಲಭ ಮತ್ತು ಇದು ತುಂಬಾ ಅಗ್ಗವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಗೋಡೆಗಳ ಮೇಲೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಈ ವೈರಿಂಗ್ ಫಿಟ್ಟಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಾರಾದರೂ ಅದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು, ತಂತಿಗಳನ್ನು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಕೇಸಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಮರದ ಆವರಣಗಳಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಒಂದು ರೀತಿಯ ತೆರೆದ

ಫಿಟ್ಟಿಂಗ್ ಆಗಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಮೇಲಿನಿಂದ ಮುಚ್ಚಲಾಗುತ್ತದೆ ಇದರಿಂದ ಅದು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಅನುಕೂಲಗಳು

- ಈ ವೈರಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಇತರ ವೈರಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸುಲಭ ಮತ್ತು ಅಗ್ಗವಾಗಿದೆ.
- ಈ ವೈರಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ತುಂಬಾ ಪ್ರಬಲವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನವಾಗಿದೆ.
- ಒಬ್ಬರು ಈ ವೈರಿಂಗ್ಗೆ ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.
- ಇದು ತಂತಿಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಆವರಿಸುವುದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಆಘಾತದ ಅಪಾಯವಿಲ್ಲ.
- ಹಂತ ಮತ್ತು ತಟಸ್ಥವು ವಿಭಿನ್ನ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿದರೆ, ದುರಸ್ತಿ ಸುಲಭವಾಗುತ್ತದೆ.

या प्रकारचे वायरिंग खूप लोकप्रिय आहे. कारण ही वायरिंग सिस्टीम करणे खूप सोपे आहे आणि ते खूप स्वस्त देखील आहे. जर ते भिंतीच्या वर केले असेल तर कोणीही ते अगदी सहजपणे या वायरिंग फिटिंगमध्ये बसवू शकते, तारा प्लास्टिकच्या आच्छादनाच्या आत किंवा लाकडी आवारात ठेवल्या जातात. हे एक प्रकारचे ओपन फिटिंग आहे जे वरून झाकलेले असते जेणेकरून ते चांगले दिसते आणि अधिक सुरक्षित दिसते.

फायदे

- ही वायरिंग सिस्टीम इतर वायरिंग सिस्टीमपेक्षा खूपच सोपी आणि स्वस्त आहे.
- ही वायरिंग प्रणाली खूप मजबूत आणि दीर्घकाळ टिकणारी आहे.
- कोणीही या वायरिंगमध्ये अगदी सहजपणे बदल करू शकतो.
- विद्युत शॉक लागण्याचा धोका नाही कारण ते तारांना चांगले झाकते.
- फेज आणि न्यूट्रल वेगळ्या मार्गाचा अवलंब केल्यास, दुरुस्ती करणे सोपे होते.

Disadvantages

If there is a fire in the wires inside it, then this whole fitting can burn.

अनानुकूलಗಳು

ಅದರೊಳಗಿನ ತಂತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿಯಿದ್ದರೆ, ಈ ಸಂಪೂರ್ಣ ಫಿಟ್ಟಿಂಗ್ ಸುಡಬಹುದು.

तोटे

त्यातच तारांना आग लागल्यास हे संपूर्ण फिटिंग जळून जाऊ शकते.

5.1.2 Two way and three-way control of load

The lamp circuits used for house wiring are quite simple and they are generally controlled from one point, such as room lighting, bath room lighting etc., but in stair case it is necessary to control the lamp circuit from two points i.e., one at the top of the stair case and other at the bottom of the stair case. Similarly in big halls, corridors or bedrooms, it may be necessary to control the lamp from two points. In such cases a two-way control of lamp circuit is used for wiring. Fig.5.2 below shows the way in which the connections are made to control a lamp from two points. Two, two-way switches are used. The wires used between the switches are called strap wires.

ಮನೆಯ ವೈರಿಂಗ್ಗೆ ಬಳಸುವ ಲ್ಯಾಂಪ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳು ತುಂಬಾ ಸರಳವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಹಂತದಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೂಮ್ ಲೈಟಿಂಗ್, ಬಾತ್ ರೂಮ್ ಲೈಟಿಂಗ್ ಇತ್ಯಾದಿ, ಆದರೆ ಮೆಟ್ಟಿಲು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಲ್ಯಾಂಪ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದು ಅವಶ್ಯಕ, ಅಂದರೆ ಮೇಲ್ಮಾಂಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಟೇರ್ ಕೇಸ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಸ್ಟೇರ್ ಕೇಸ್ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ. ಅದೇ ರೀತಿ ದೊಡ್ಡ ಸಭಾಂಗಣಗಳು, ಕಾರಿಡಾರ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ಮಲಗುವ ಕೋಣೆಗಳಲ್ಲಿ, ದೀಪವನ್ನು ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದು ಅಗತ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಲ್ಯಾಂಪ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ದ್ವಿಮುಖ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ವೈರಿಂಗ್ಗೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಳಗಿನ Fig.5.2 ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಿಂದ ದೀಪವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಸಂಪರ್ಕಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡು ದ್ವಿಮುಖ ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಬಳಸುವ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಸ್ಟ್ರಾಪ್ ತಂತಿಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

घराच्या वायरिंगसाठी वापरलेले दिवे सर्किट अगदी सोपे आहेत आणि ते सामान्यतः एका बिंदूपासून नियंत्रित केले जातात, जसे की खोलीतील प्रकाश, स्नानगृहातील प्रकाश इत्यादी, परंतु पायऱ्याच्या बाबतीत दिव्याचे सर्किट दोन बिंदूपासून नियंत्रित करणे आवश्यक आहे, म्हणजे शीर्षस्थानी एक. जिना केस आणि इतर पायऱ्या केस तळाशी. त्याचप्रमाणे मोठ्या हॉलमध्ये, कॉरिडॉरमध्ये किंवा बेडरूममध्ये, दिवा दोन बिंदूपासून नियंत्रित करणे आवश्यक असू शकते. अशा परिस्थितीत वायरिंगसाठी दिवा सर्किटचे द्वि-मार्ग नियंत्रण वापरले जाते. Fig.5.2 खाली दोन बिंदूमधून दिवा नियंत्रित करण्यासाठी जोडणी कशी केली जाते ते दाखवते. दोन, द्वि-मार्ग स्विच वापरले जातात. स्विचेसमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या तारांना स्ट्रॅप वायर म्हणतात.

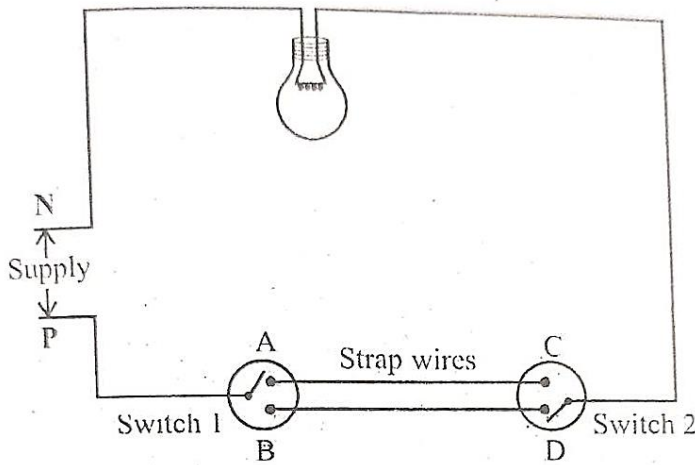


Figure 5.2 Two-way connection of lamp

For the positions of the switches as shown in above Fig.5.2, i.e. when switch 1 is in position A and the switch 2 is in position D, the lamp circuit is not closed and hence the lamp is dark. Let us say that the switch 1 is in the down stairs and switch 2 is in the upstairs. When switch 1 is changed to position B, the lamp circuit is closed and hence the lamp glows. Walking on to the upstairs, if the switch 2 is changed to position C, again the circuit continuity is broken and the lamp is switched off. Thus, the lamp can be controlled from two points. The same switching operations may be repeated while coming down stairs. Table 5.1 below gives the positions of switches and the lamp conditions, whether

it is ON or OFF.

ಮೇಲಿನ Fig.5.2 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗೆ, ಅಂದರೆ ಸ್ವಿಚ್ 1 ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ A ಮತ್ತು ಸ್ವಿಚ್ 2 ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ದೀಪ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮುಚ್ಚಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಆದ್ದರಿಂದ ದೀಪವು ಗಾಢವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ವಿಚ್ 1 ಕೆಳಗಿನ ಮೆಟ್ಟಿಲುಗಳಲ್ಲಿದೆ ಮತ್ತು ಸ್ವಿಚ್ 2 ಮೇಲಿನ ಮಹಡಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳೋಣ. ಸ್ವಿಚ್ 1 ಅನ್ನು ಬಿ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದಾಗ, ದೀಪ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆದ್ದರಿಂದ ದೀಪವು ಹೊಳೆಯುತ್ತದೆ. ಮಹಡಿಯ ಮೇಲೆ ನಡೆದುಕೊಂಡು, ಸ್ವಿಚ್ 2 ಅನ್ನು ಸಿ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ, ಮತ್ತೆ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ನಿರಂತರತೆಯು ಮುರಿದುಹೋಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ದೀಪವು ಸ್ವಿಚ್ ಆಫ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ದೀಪವನ್ನು ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು. ಮೆಟ್ಟಿಲುಗಳ ಕೆಳಗೆ ಬರುವಾಗ ಅದೇ ಸ್ವಿಚ್‌ನಿಂದ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿತಿಸಬಹುದು. ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕ 5.1 ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳು ಮತ್ತು ದೀಪದ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ, ಅದು ಆನ್ ಅಥವಾ ಆಫ್ ಆಗಿರಲಿ.

ವರೀಲ ಚಿತ್ರ.5.2 ಮध्ये दर्शविल्याप्रमाणे स्विचच्या पोजिशन्ससाठी, म्हणजे जेव्हा स्विच 1 स्थिती A मध्ये असतो आणि स्विच 2 D मध्ये असतो तेव्हा दिवा सर्किट बंद होत नाही आणि त्यामुळे दिवा अंधारात असतो. आपण असे म्हणूया की स्विच 1 खाली पायऱ्यांमध्ये आहे आणि स्विच 2 वरच्या मजल्यावर आहे. जेव्हा स्विच 1 B स्थितीत बदलला जातो, तेव्हा दिवा सर्किट बंद होते आणि त्यामुळे दिवा चमकतो. वरच्या मजल्यावर चालत असताना, स्विच 2 चे स्थान C मध्ये बदलल्यास, पुन्हा सर्किटची सातत्य खंडित होते आणि दिवा बंद होतो. अशा प्रकारे, दिवा दोन बिंदूंपासून नियंत्रित केला जाऊ शकतो. पायऱ्या उतरताना त्याच स्विचिंग ऑपरेशन्सची पुनरावृत्ती होऊ शकते. खालील तक्ता 5.1 स्विचेसची स्थिती आणि दिवाची स्थिती देते, मग ते चालू असो किंवा बंद.

Table 5.1 Positions of switches and the lamp conditions

S.No.	Position of switch 1	Position of switch 2	Condition of lamp
1.	A	C	ON
2.	D	D	OFF
3.	B	B	ON
4.	B	C	OFF

Three-way Control of lamp or Corridor lighting

In case of very long corridors, it may be necessary to control the lamp from 3 different points. In such cases, the circuit connection requires two; two-way switches S1 and S2 and an intermediate switch S3. An intermediate switch is a combination of two, two-way switches coupled together. It has 4 terminals ABCD. It can be connected in two ways.

- Straight connection
- Cross connection

In case of straight connection, the terminals or points AB and CD are connected as shown in figure 5.3 (a) while in case of cross connection, the terminals AB and CD is connected as shown in figure 5.3 (b). As explained in two-way control the lamp is ON if the circuit is complete and is OFF if the circuit does not form a closed loop.

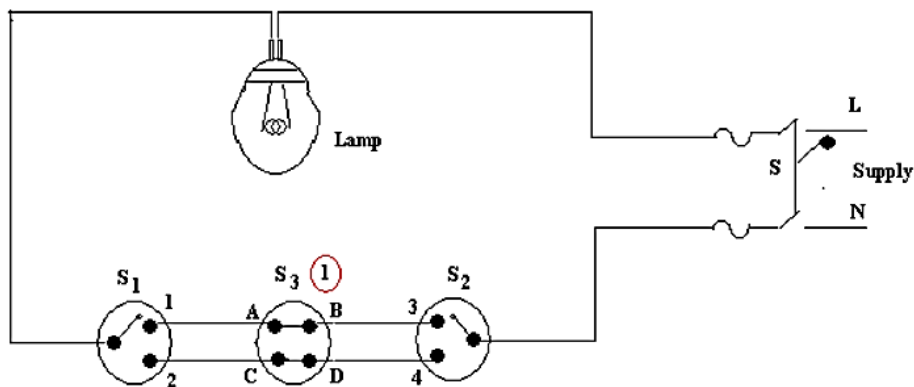


Figure 5.3 (a) Straight Connection

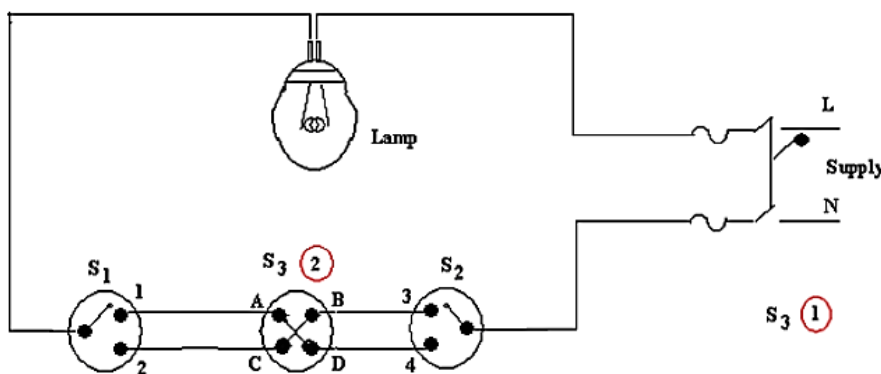


Figure 5.3 (b) Cross Connection

The condition of the lamp is given in the table 5.2 below depending on the positions of the switches S₁, S₂ and S₃

Table 5.2 Positions of switches and the lamp conditions

Position of S ₃	Position of S ₁	Position of S ₂	Condition of the lamp
1 Straight connection	1	3	ON
	1	4	OFF
	2	3	OFF
	2	4	ON
2 Cross connection	1	3	OFF
	1	4	ON
	2	3	ON
	2	4	OFF

5.2 Electricity Bill: Definition of “unit” used for consumption of electrical energy, two-part electricity tariff, calculation of electricity bill for domestic consumers.

5.2.1 Definition of “unit” used for consumption of electrical energy

The unit of electrical energy consumed is 1 kWh. One kilowatt-hour is the electrical energy consumed by an electrical appliance of power 1 kW when it is used for one hour. Thus, $1\text{kWh}=1\text{kilowatt}\times 1\text{hour}$.

ಸೇವಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ಘಟಕವು 1 kWh ಆಗಿದೆ. ಒಂದು ಕಿಲೋವ್ಯಾಟ್-ಗಂಟೆ ಎಂದರೆ 1 ಕಿಲೋವ್ಯಾಟ್ ಶಕ್ತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣವು ಒಂದು ಗಂಟೆಗೆ ಬಳಸಿದಾಗ ಸೇವಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ. ಹೀಗಾಗಿ, $1\text{kWh}=1\text{ಕಿಲೋವ್ಯಾಟ್}\times 1\text{ಗಂಟೆ}$.

वापरलेल्या विद्युत ऊर्जेचे एकक 1 kWh आहे. एक किलोवॉट-तास म्हणजे 1 किलोवॉट क्षमतेच्या विद्युत उपकरणाद्वारे वापरण्यात येणारी विद्युत ऊर्जा जेव्हा ती एका तासासाठी वापरली जाते. अशा प्रकारे, $1\text{kWh}=1\text{kilowatt}\times 1\text{hour}$.

5.2.2 Two-Part Electricity Tariff

When the rate of electrical energy consumption is charged on the basis of maximum demand of the consumer and the units consumed, is known as two-part tariff. In case of two-part tariff, the total charges are spilt into two components viz. fixed charges and running charges. The fixed charges depend upon the maximum demand of the consumer whereas the running charges depend upon number of units consumed.

ಗ್ರಾಹಕ ಮತ್ತು ಸೇವಿಸುವ ಘಟಕಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಬೇಡಿಕೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯ ದರವನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗ ಸುಂಕ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡು-ಭಾಗದ ಸುಂಕದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಒಟ್ಟು ಶುಲ್ಕಗಳನ್ನು ಎರಡು ಘಟಕಗಳಾಗಿ ಚೆಲ್ಲಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ಥಿರ ಶುಲ್ಕಗಳು ಮತ್ತು ಚಾಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಶುಲ್ಕಗಳು. ನಿಗದಿತ ಶುಲ್ಕಗಳು ಗ್ರಾಹಕರ ಗರಿಷ್ಠ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ ಆದರೆ ಚಾಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಶುಲ್ಕಗಳು ಸೇವಿಸಿದ ಘಟಕಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

जेव्हा विजेच्या ऊर्जेच्या वापराचा दर ग्राहकांच्या जास्तीत जास्त मागणी आणि वापरलेल्या युनिट्सच्या आधारावर आकारला जातो तेव्हा त्याला दोन भाग दर म्हणून ओळखले जाते. दोन-भागांच्या टॅरिफच्या बाबतीत, एकूण शुल्क दोन घटकांमध्ये विभागले जाते उदा. निश्चित शुल्क आणि चालू शुल्क. निश्चित शुल्क हे ग्राहकांच्या कमाल मागणीवर अवलंबून असते तर चालणारे शुल्क उपभोगलेल्या युनिटच्या संख्येवर अवलंबून असते.

5.2.3 Calculation of Electricity Bill for Domestic Consumers.

Example:

Suppose, a consumer consumes 1000 watts load per hour daily for one month. Calculate The Total Energy bill of the consumer if per unit rate is 9.

Solution:

1 Unit = 1kWh.

So the Total kWh = 1000 Watts x 24 Hrs x 30 Days = 720000 ... Watts / hour.

We want to convert it into electric units, Where 1 Unit = 1kWh.

So the total consumed units by user: = 720000 / 1000 ... (k = kilo =1000).

Total Consumed Units = 720.

The cost of per unit electricity is 9.

Therefore, the total Cost of Electricity Bill = 720 units x 9 = 6480.

5.3 Equipment Safety measures

5.3.1 Working principle of Fuse and Miniature circuit breaker (MCB), merits and demerits.

Electric Fuse

An Electric Fuse is an Electric device which interrupts the flow of current in an Electric circuit. It is installed in a circuit to stop the flow of excessive current. A Fuse is usually a short piece of wire. The Fuse is made up of a material which has high resistivity and low melting point, so that it melts down due to overheating of the wire during high current flow. The thickness of the Fuse wire is determined based on the amount of current flow in the circuit.

Normally an alloy of tin and lead is used as the Fuse wire, as it has high resistivity and low melting point. If a fault causes a flow of excess current, then a thin Conductor is used to break the Circuit by melting or separating it, the thin Conductor used is known as an Electric Fuse.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಫ್ಯೂಸ್ ಎನ್ನುವುದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಸಾಧನವಾಗಿದ್ದು ಅದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವನ್ನು ಅಡ್ಡಿಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಮಿತಿಯಿರದ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಇದನ್ನು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಫ್ಯೂಸ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತಂತಿಯ ಚಿಕ್ಕ ತುಂಡು. ಫ್ಯೂಸ್ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರತಿರೋಧಕತೆ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಕರಗುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿನ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ಅಧಿಕ ಬಿಸಿಯಾಗುವುದರಿಂದ ಅದು ಕರಗುತ್ತದೆ. ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿನ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಫ್ಯೂಸ್ ತಂತಿಯ ದಪ್ಪವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತವರ ಮತ್ತು ಸೀಸದ ಮಿಶ್ರಲೋಹವನ್ನು ಫ್ಯೂಸ್ ತಂತಿಯಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರತಿರೋಧಕತೆ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಕರಗುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ದೋಷವು ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದರೆ, ಅದನ್ನು ಕರಗಿಸುವ ಅಥವಾ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಮೂಲಕ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಮುರಿಯಲು ತೆಳುವಾದ ಕಂಡಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಬಳಸಿದ ತೆಳುವಾದ ಕಂಡಕ್ಟರ್ ಅನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಫ್ಯೂಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

इलेक्ट्रिक फ्यूज हे एक इलेक्ट्रिक उपकरण आहे जे इलेक्ट्रिक सर्किटमध्ये प्रवाहाच्या प्रवाहात व्यत्यय आणते. जास्त प्रवाहाचा प्रवाह थांबविण्यासाठी ते सर्किटमध्ये स्थापित केले आहे. फ्यूज हा सहसा वायरचा एक छोटा तुकडा असतो. फ्यूज उच्च प्रतिरोधकता आणि कमी हळुवार बिंदू असलेल्या सामग्रीपासून बनलेला असतो, ज्यामुळे उच्च प्रवाहाच्या प्रवाहात वायर जास्त गरम झाल्यामुळे ते वितळते. फ्यूज वायरची जाडी सर्किटमधील वर्तमान प्रवाहाच्या प्रमाणानुसार निर्धारित केली जाते.

सामान्यतः कथील आणि शिशाचा मिश्रधातू फ्यूज वायर म्हणून वापरला जातो, कारण त्यात उच्च प्रतिरोधकता आणि कमी वितळण्याचा बिंदू असतो. जर एखाद्या बिघाडामुळे जास्त विद्युत प्रवाह येत असेल तर सर्किट

वितळवून किंवा विभक्त करण्यासाठी पातळ कंडक्टरचा वापर केला जातो, वापरलेला पातळ कंडक्टर इलेक्ट्रिक फ्यूज म्हणून ओळखला जातो.

Electric Fuse- Working Principle

The Electric Fuse works on the basis of the heating effect of the Electric Current. It is composed of a non-flammable thin metallic wire with a low melting point. If a high amount of electricity is passed from the Electric Fuse, there is a production of heat which causes the Fuse to melt which leads to the opening of the Circuit and the blockage of Current. Once a Fuse melts, it can be changed or replaced with a new Fuse. A Fuse is normally made up of elements like zinc, copper, aluminum and silver. A Fuse acts as a circuit breaker and breaks the circuit in case any fault occurs in the circuit. It acts as a protector of Electric appliances and also as a safety measure for humans.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಫ್ಯೂಸ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ತಾಪನ ಪರಿಣಾಮದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಕಡಿಮೆ ಕರಗುವ ಬಿಂದುವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ದಹಿಸಲಾಗದ ತೆಳುವಾದ ಲೋಹದ ತಂತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಫ್ಯೂಸ್‌ನಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ರವಾನಿಸಿದರೆ, ಫ್ಯೂಸ್ ಕರಗಲು ಕಾರಣವಾಗುವ ಶಾಖದ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ತೆರೆಯಲು ಮತ್ತು ಪ್ರವಾಹದ ಅಡಚಣೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಫ್ಯೂಸ್ ಕರಗಿದ ನಂತರ, ಅದನ್ನು ಹೊಸ ಫ್ಯೂಸ್‌ನೊಂದಿಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು. ಫ್ಯೂಸ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸತು, ತಾಮ್ರ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮತ್ತು ಬೆಳ್ಳಿಯಂತಹ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಒಂದು ಫ್ಯೂಸ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಬ್ರೇಕರ್ ಆಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ದೋಷ ಸಂಭವಿಸಿದಲ್ಲಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅನ್ನು ಮುರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳ ರಕ್ಷಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಮಾನವರಿಗೆ ಸುರಕ್ಷತಾ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

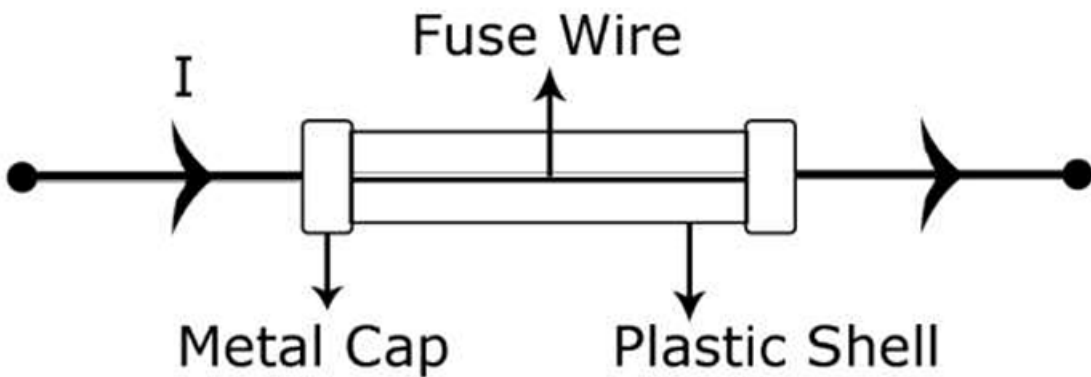


Figure 5.1 A basic Fuse

इलेक्ट्रिक फ्यूज इलेक्ट्रिक करंटच्या हीटिंग इफेक्टच्या आधारावर कार्य करते. हे कमी वितळण्याच्या बिंदूसह ज्वलनशील नसलेल्या पातळ धातूच्या ताराने बनलेले आहे. जर इलेक्ट्रिक फ्यूजमधून जास्त प्रमाणात वीज गेली तर उष्णतेचे उत्पादन होते ज्यामुळे फ्यूज वितळतो ज्यामुळे सर्किट उघडते आणि विद्युत प्रवाह अवरोधित होतो. एकदा फ्यूज वितळल्यानंतर, तो बदलला जाऊ शकतो किंवा नवीन फ्यूजने बदलला जाऊ शकतो. फ्यूज

सामान्यतः जस्त, तांबे, अॅल्युमिनियम आणि चांदी यांसारख्या घटकांनी बनलेला असतो. फ्यूज सर्किट ब्रेकर म्हणून काम करतो आणि सर्किटमध्ये काही बिघाड झाल्यास सर्किट तोडतो. हे इलेक्ट्रिक उपकरणांचे संरक्षक आणि मानवांसाठी सुरक्षा उपाय म्हणून देखील कार्य करते.

Miniature circuit breaker

MCB is an automatic switch that opens when excessive current flows through the circuit. It can be reclosed without any manual replacement. In the case of a fuse, once it has been operated, it must be replaced or rewired, depending on the type of the MCB. Hence, fuse is known as one of the sacrificial devices. This is the main reason why MCBs are used as an alternative to the fuse in most of the circuits. Also, whenever there is a fault in the circuit, the switches in the MCB automatically shut down and the fault of the device can be easily detected. Handling MCB is relatively safe, and it quickly restores the supply. MCB – Miniature Circuit Breaker can be reset quickly and does not demand more maintenance costs. MCB works on a bi-metal respective principle that protects against overload current and solenoid short circuit current.

मिनीयेचर सर्फोस ब्रेकर

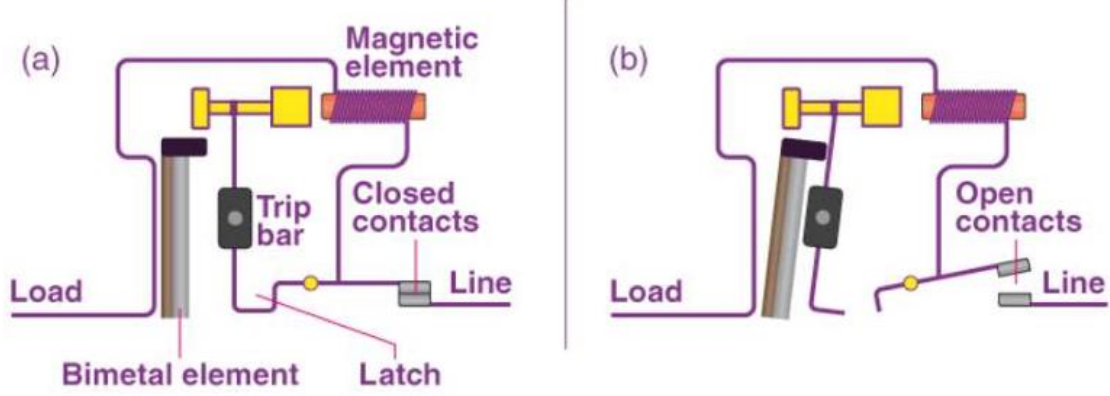
MCB ಒಂದು ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಸ್ವಿಚ್ ಆಗಿದ್ದು ಅದು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಮೂಲಕ ಅತಿಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುವಾಗ ತೆರೆಯುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ಹಸ್ತಚಾಲಿತ ಬದಲಿ ಇಲ್ಲದೆ ಇದನ್ನು ಮರುಮುದ್ರಿಸಬಹುದು. ಫ್ಯೂಸ್‌ನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಅದನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಆಪರೇಟ್ ಮಾಡಿದ ನಂತರ, MCB ಯ ಪ್ರಕಾರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ಅದನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕು ಅಥವಾ ರಿವೈರ್ ಮಾಡಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ, ಫ್ಯೂಸ್ ಅನ್ನು ತ್ಯಾಗದ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಫ್ಯೂಸ್‌ಗೆ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ MCB ಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದಕ್ಕೆ ಇದು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ದೋಷ ಕಂಡುಬಂದಾಗ, MCB ಯಲ್ಲಿನ ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳು ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತವಾಗಿ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಸಾಧನದ ದೋಷವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. MCB ಅನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ತುಲನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿದೆ, ಮತ್ತು ಇದು ಪೂರೈಕೆಯನ್ನು ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಮರುಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತದೆ. MCB - मिनीयेचर सर्फोस ब्रेकर ಅನ್ನು ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಮರುಹೊಂದಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿರ್ವಹಣಾ ವೆಚ್ಚಗಳನ್ನು ಬೇಡುವುದಿಲ್ಲ. MCB ದ್ವಿ-ಲೋಹದ ಆಯಾ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಅದು ಓವರ್‌ಲೋಡ್ ಕರೆಂಟ್ ಮತ್ತು ಸೋಲೆನಾಯ್ಡ್ ಶಾರ್ಟ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕರೆಂಟ್‌ನಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ.

सूक्ष्म सर्किट ब्रेकर

MCB एक स्वयंचलित स्विच आहे जो सर्किटमधून जास्त प्रवाह वाहतो तेव्हा उघडतो. कोणत्याही मॅन्युअल बदलीशिवाय ते पुन्हा बंद केले जाऊ शकते. फ्यूजच्या बाबतीत, एकदा ते ऑपरेट केले गेले की, MCB च्या प्रकारानुसार ते बदलले जाणे किंवा पुनर्वापर करणे आवश्यक आहे. म्हणून, फ्यूजला त्यागाचे साधन म्हणून ओळखले जाते. बहुतेक सर्किटमध्ये फ्यूजला पर्याय म्हणून MCBs वापरण्याचे हे मुख्य कारण आहे. तसेच जेव्हा जेव्हा सर्किटमध्ये बिघाड होतो तेव्हा MCB मधील स्विचेस आपोआप बंद होतात आणि यंत्राचा दोष सहज ओळखता येतो. MCB हाताळणे तुलनेने सुरक्षित आहे आणि त्यामुळे पुरवठा त्वरीत पूर्ववत होतो. MCB - लघु सर्किट ब्रेकर त्वरीत रीसेट केले जाऊ शकते आणि अधिक देखभाल खर्चाची मागणी करत नाही. MCB द्वि-धातूच्या संबंधित तत्वावर कार्य करते जे ओव्हरलोड करंट आणि सोलेनोइड शॉर्ट सर्किट करंटपासून संरक्षण करते.

Working principle of Miniature circuit breaker

When the current overflow occurs through MCB – Miniature Circuit Breaker, the bimetallic strip gets heated and deflects by bending. The deflection of the bi-metallic strip releases a latch. The latch



causes the MCB to turn off by stopping the current flow in the circuit. This process helps safeguard the appliances or devices from the hazards of overload or overcurrent. To restart the current flow, MCB must be turned ON manually.

MCB - ಮಿನಿಯೇಚರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಬ್ರೇಕರ್ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸ್ತುತ ಓವರ್‌ಪ್ರೋ ಸಂಭವಿಸಿದಾಗ, ಬೈಮೆಟಾಲಿಕ್ ಸ್ಟ್ರಿಪ್ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಬಾಗುವ ಮೂಲಕ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ದ್ವಿ-ಲೋಹದ ಪಟ್ಟಿಯ ವಿಚಲನವು ಒಂದು ತಾಳವನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ತಾಳವು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವ ಮೂಲಕ MCB ಅನ್ನು ಆಫ್ ಮಾಡಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಉಪಕರಣಗಳು ಅಥವಾ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಓವರ್‌ಲೋಡ್ ಅಥವಾ ಓವರ್‌ಕರೆಂಟ್‌ನ ಅಪಾಯಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ಹರಿವನ್ನು ಮರುಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು, MCB ಅನ್ನು ಹಸ್ತಚಾಲಿತವಾಗಿ ಆನ್ ಮಾಡಬೇಕು.

ಜೆಹಾ ವಿದ್ಯುತ ಪ್ರವಾಹ MCB-ಮಿನೀಚರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಬ್ರೇಕರ್‌ದ್ದಾರೆ ಹೊತೊ, ತೆಹಾ ದ್ವಿಧಾತುಕಿ ಪಟಿ ಗರಮ ಹೊತೆ ಆಗಿಣಿ ವಾಕೂನ ವಿಚಲಿತ ಹೊತೆ. ದ್ವಿ-ಧಾತುಕಿಯಾ ಪಟಿಚೆ ವಿಕಿಷಿಪಣ ಏಕ ಕುಂಡಿ ಸೊಡತೆ. ಕುಂಡಿಮುಲೆ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಮಥಿಲ ವಿದ್ಯುತ ಪ್ರವಾಹ ಥಾಂಬವೂನ MCB ಬಂದ ಹೊತೆ. ಹಿ ಪ್ರಕ್ರಿಯಾ ಉಪಕರಣೆ ಕಿಂವಾ ಉಪಕರಣಾಂನಾ ಒಹ್ಲರಲೊಡ ಕಿಂವಾ ಒಹ್ಲರಕರೆಂಟ್‌ಚ್ಯಾ ಥೊಕಿಯಾಂಪಾಸೂನ ಸುರಕ್ಷಿತ ಠೆವಣ್ಯಾಸ ಮದತ ಕರೆತೆ. ವರೆತಮಾನ ಪ್ರವಾಹ ರೀಸ್ಟಾರ್ಟ ಕರಣ್ಯಾಸಾಠಿ, MCB ವ್ಯಕ್ತಿಚಲಿತಪಣೆ ಚಾಲೂ ಕರಣೆ ಆವಶ್ಯಕ ಆಹೆ.

An MCB is a simple, easily operable device and is maintenance-free too. MCB can be easily replaced. The trip unit is the key part of the MCB – Miniature Circuit Breaker on which the unit operates. The bi-metal present in the MCB circuit protects against overload current, and the electromagnet in the circuit protects against short-circuit current.

MCB ಸರಳವಾದ, ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಬಹುದಾದ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆ-ಮುಕ್ತವಾಗಿದೆ. MCB ಅನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು. ಟ್ರಿಪ್ ಘಟಕವು MCB ಯ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗವಾಗಿದೆ - ಮಿನಿಯೇಚರ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಬ್ರೇಕರ್ ಅದರ ಮೇಲೆ ಘಟಕವು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. MCB ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ದ್ವಿ-ಲೋಹವು ಓವರ್‌ಲೋಡ್ ಕರೆಂಟ್‌ನಿಂದ

ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶಕ್ತಿಯು ಶಾರ್ಟ್-ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಕರೆಂಟ್‌ನಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ.

MCB ಹೆ ಏಕ ಸಾಧೆ, ಸಹಜ ಆಪರೇಟ ಕರಣ್ಯಾಯೋಗ್ಯ ಸಾಧನ ಆಹೆ ಆಗಿಣಿ ತೆ ದೆಖಬಾಲ-ಮುಕ್ತ ದೆಖಿಲ ಆಹೆ. MCB ಸಹಜಪಣೆ ಬದಲಲೆ ಜಾಒ ಶಕತೆ. ಟ್ರಿಪ ಯುನಿಟ ಹಾ MCB – ಲಘು ಸರ್ಕಿಟ ಬ್ರೇಕರಚಾ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗ ಆಹೆ ಜ್ಯಾವರ ಯುನಿಟ ಚಾಲತೆ. MCB ಸರ್ಕಿಟಮಧ್ಯೆ ಅಸಲೆಲೆ ಡ್ವಿ-ಧಾತು ಒಫ್‌ಲೋಡ ಕರೆಂಟಪಾಸುನ್ ಸಂರಕ್ಷಣ ಕರತೆ ಆಗಿಣಿ ಸರ್ಕಿಟಮಧಿಲ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೊಮೆಗ್ರೆಟ್ ಶಾರ್ಟ್-ಸರ್ಕಿಟ ಕರೆಂಟಪಾಸುನ್ ಸಂರಕ್ಷಣ ಕರತೆ.

5.4 Personal safety measures

5.4.1 Earthing and its types

Electrical Earthing or Grounding

To connect the metallic (conductive) Parts of an Electric appliance or installations to the earth (ground) is called Earthing or Grounding.

In other words, to connect the metallic parts of electric machinery and devices to the earth plate or earth electrode (which is buried in the moisture earth) through a thick conductor wire (which has very low resistance) for safety purpose is known as Earthing or grounding.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಗ್ರೌಂಡಿಂಗ್

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಉಪಕರಣ ಅಥವಾ ಅನುಸ್ಥಾಪನೆಯ ಲೋಹೀಯ (ವಾಹಕ) ಭಾಗಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ (ನೆಲಕ್ಕೆ) ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಗ್ರೌಂಡಿಂಗ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸುರಕ್ಷತಾ ಉದ್ದೇಶಕ್ಕಾಗಿ ದಪ್ಪ ಕಂಡಕ್ಟರ್ ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ (ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ) ವಿದ್ಯುತ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಸಾಧನಗಳ ಲೋಹೀಯ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಪ್ಲೇಟ್ ಅಥವಾ ಭೂಮಿಯ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಕ್ಕೆ (ತೇವಾಂಶ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಹೂಳಲಾಗಿದೆ) ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಗ್ರೌಂಡಿಂಗ್.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ್ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಕಿವಾ ಗ್ರಾಂಡಿಂಗ್

ವಿದ್ಯುತ ಉಪಕರಣಾಚೆ ಧಾತುಚೆ (ವಾಹಕ) ಭಾಗ ಕಿವಾ ಪ್ರತಿಷ್ಠಾಪನಾನ್ಲಾ ಪೃಥ್ವಿ (ಜಮಿಣಿವರ) ಜೊಡಣ್ಯಾಸಾಠಿ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಕಿವಾ ಗ್ರಾಂಡಿಂಗ್ ಹ್ಲಣತಾತ.

ದುಸನ್ಯಾ ಶಬ್ದಾಂತ, ಸುರಕ್ಷಿತತೆಚ್ಯಾ ಉದ್ದೇಶಾಣೆ ವಿದ್ಯುತ ಯಂತ್ರಸಾಮಗ್ರಿ ಆಗಿಣಿ ಉಪಕರಣಾಚೆ ಧಾತುಚೆ ಭಾಗ ಪೃಥ್ವಿಚ್ಯಾ ಪ್ಲೆಟ್ ಕಿವಾ ಅರ್ಥ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೊಡಶಿ (ಜೆ ಒಲಾವಾ ಪೃಥ್ವಿಮಧ್ಯೆ ಪುರಲೆಲೆ ಅಸತೆ) ಜಾಡ ಕಂಡಕ್ಟರ್ ವಾಯರದ್ವಾರೆ ಜೊಡಣೆ (ಜ್ಯಾಚಾ ಪ್ರತಿಕಾರ ಖುಪಚ ಕಮಿ ಅಸತೊ) ಯಾಲಾ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಕಿವಾ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಹ್ಲಣತಾತ. ಗ್ರಾಂಡಿಂಗ್

Methods and Types of Electrical Earthing

Plate Earthing

Pipe Earthing

Rod Earthing

Earthing through the Waterman

Strip or Wire Earthing

Plate Earthing:

In plate earthing system, a plate made up of either copper with dimensions 60cm x 60cm x 3.18mm (i.e. 2ft x 2ft x 1/8 in) or galvanized iron (GI) of dimensions 60cm x 60cm x 6.35 mm (2ft x 2ft x 1/4 in) is buried vertical in the earth (earth pit) which should not be less than 3m (10ft) from the ground level. For proper earthing system, follow the above-mentioned steps in the (Earth Plate introduction) to maintain the moisture condition around the earth electrode or earth plate.

ಪ್ಲೇಟ್ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, 60cm x 60cm x 3.18mm (ಅಂದರೆ 2ft x 2ft x 1/8 in) ಅಥವಾ 60cm x 60cm x 6.35 mm (2ft x 2ft) ಆಯಾಮಗಳ ಕಲಾಯಿ ಕಬ್ಬಿಣದ (GI) ಆಯಾಮಗಳೊಂದಿಗೆ ತಾಮ್ರದಿಂದ ಮಾಡಿದ ಪ್ಲೇಟ್. 1/4 in ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಹೂಳಲಾಗಿದೆ (ಭೂಮಿಯ ಪಿಟ್) ಇದು ನೆಲ ಮಟ್ಟದಿಂದ 3m (10ft) ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇರಬಾರದು. ಸರಿಯಾದ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಾಗಿ, ಭೂಮಿಯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್ ಅಥವಾ ಭೂಮಿಯ ಪ್ಲೇಟ್ ಸುತ್ತಲೂ ತೇವಾಂಶದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು (ಅರ್ಥ್ ಪ್ಲೇಟ್ ಪರಿಚಯ) ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಹಂತಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ.

ಪ್ಲೇಟ್ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಸಿಸ್ಟಿಮ್‌ನಲ್ಲಿ, 60cm x 60cm x 3.18mm (ಮುಖಾಂತಿ 2ft x 2ft x 1/8 in) ಕಿವಾ 60cm x 60cm x 6.35 mm (2ft x 2ft x) ಪರಿಮಾಣ ಅಸಲೇಲಿ ಗಲ್ವನಾಝ್ಡ ಲೋಹ (GI) ಏಕತರ ತಾಂಬ್ಯಾಚಿ ಬನಲೇಲಿ ಪ್ಲೇಟ್. 1/4 ಇಂಚ್ ಪೃಥ್ವಿ (ಪೃಥ್ವಿಚಾ ಖಡ್ಡಾ) ಮಧ್ಯೆ ಉಭಯ ಗಾಡಲಾ ಜಾತೊ ಜೊ ಜಮಿನಿಚ್ಯಾ ಪಾತಲಿಪಾಸೂನ್ 3m (10ft) ಪೆಕ್ಷಾ ಕಮಿ ನಸಾವಾ. ಯೋಗ್ಯ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ಪ್ರಣಾಲಿಸಾಠಿ, ಪೃಥ್ವಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್ ಕಿವಾ ಪೃಥ್ವಿ ಪ್ಲೇಟ್‌ಚ್ಯಾ ಸಭೊವತಾಲಚಿ ಆರ್ದ್ರತಾ ರಾಖಣ್ಯಾಸಾಠಿ (ಪೃಥ್ವಿ ಪ್ಲೇಟ್ ಪರಿಚಯ) ಮಧಿಲ ಉಪರೊಕ್ತ ಚರಣಾಂಚೆ ಅನುಸರಣ ಕರಾ.

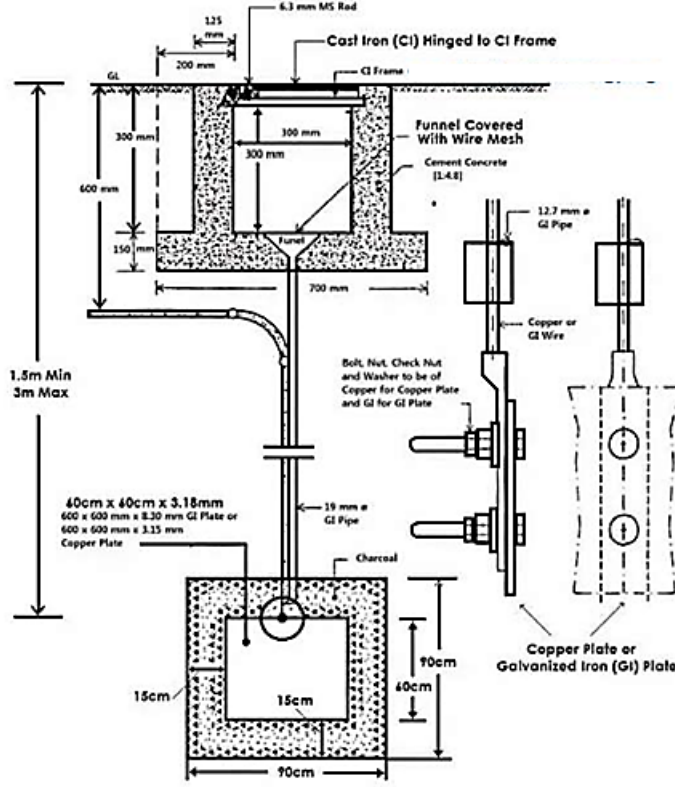


Figure 5.2 Plate Earthing

Pipe Earthing: A galvanized steel and a perforated pipe of approved length and diameter is placed vertically in a wet soil in this kind of system of earthing. It is the most common system of earthing. The size of pipe to use depends on the magnitude of current and the type of soil. The dimension of the pipe is usually 40mm (1.5in) in diameter and 2.75m (9ft) in length for ordinary soil or greater for dry and rocky soil. The moisture of the soil will determine the length of the pipe to be buried but usually it should be 4.75m (15.5ft).

ಪೈಪ್ ಅರ್ಥಿಂಗ್: ಒಂದು ಕಲಾಯಿ ಉಕ್ಕು ಮತ್ತು ಅನುಮೋದಿತ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸದ ರಂದು ಪೈಪ್ ಅನ್ನು ಈ ರೀತಿಯ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಆದ್ಯ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಭೂಮಿಯ ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದೆ. ಬಳಸಬೇಕಾದ ಪೈಪ್ ಗಾತ್ರವು ಪ್ರಸ್ತುತದ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ಮಣ್ಣಿನ ಪ್ರಕಾರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಪೈಪ್ ಆಯಾಮವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 40mm (1.5in) ವ್ಯಾಸದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ 2.75m (9ft) ಉದ್ದವಿರುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಒಣ ಮತ್ತು ಕಲ್ಲಿನ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನದು. ಮಣ್ಣಿನ ತೇವಾಂಶವು ಹೊಳಬೇಕಾದ ಪೈಪ್‌ನ ಉದ್ದವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅದು 4.75m (15.5ft) ಆಗಿರಬೇಕು.

ಪಾईಪ್ ಅರ್ಥಿಗ್: या प्रकारच्या अर्थिग पद्धतीमध्ये गॅल्वनाइज्ड स्टील आणि मंजूर लांबी आणि व्यासाचा छिद्रित पाईप ओल्या मातीत उभ्या ठेवला जातो. ही अर्थिगची सर्वात सामान्य प्रणाली आहे. वापरण्यासाठी पाईपचा आकार विद्युत प्रवाह आणि मातीच्या प्रकारावर अवलंबून असतो. पाईपचे परिमाण साधारणपणे 40mm (1.5in) व्यासाचे आणि साधारण मातीसाठी 2.75m (9ft) लांबीचे किंवा कोरड्या आणि खडकाळ जमिनीसाठी

मोठे असते. जमिनीतील ओलावा पाइपची लांबी किती आहे हे ठरवेल परंतु सहसा ते 4.75m (15.5ft) असावे.

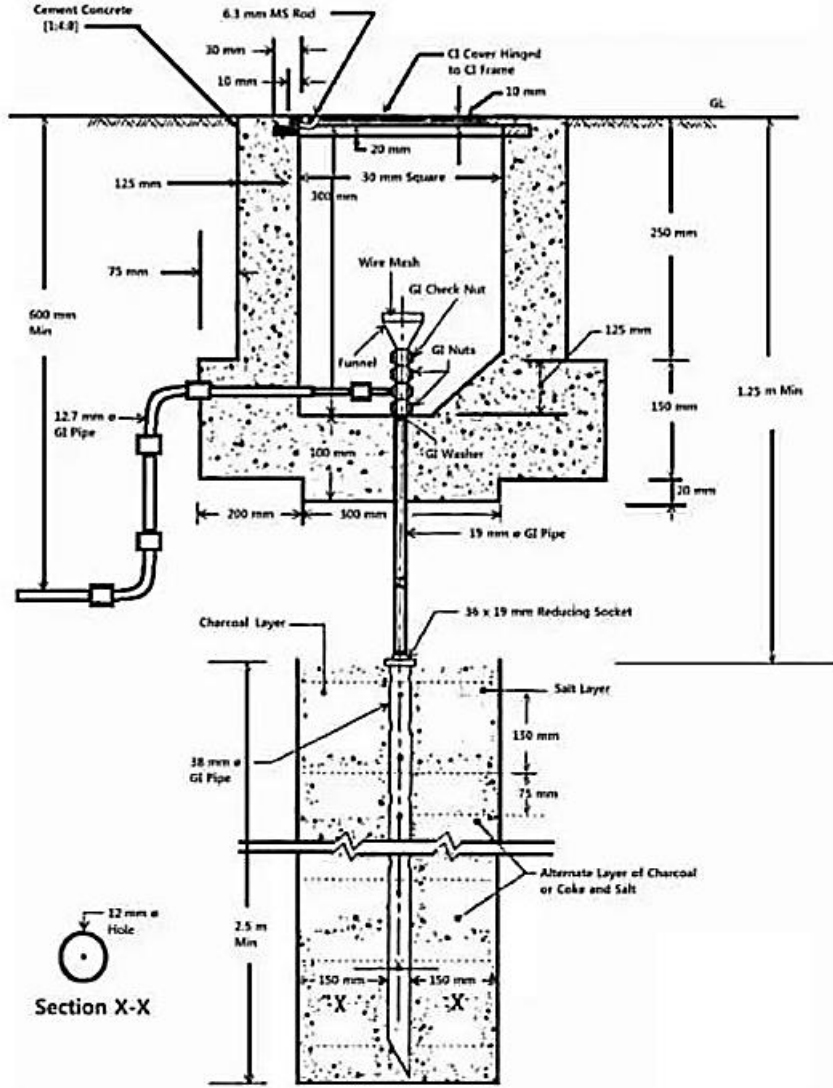


Figure 5.3 Pipe Earthing

Rod Earthing

It is the same method as pipe earthing. A copper rod of 12.5mm (1/2 inch) diameter or 16mm (0.6in) diameter of galvanized steel or hollow section 25mm (1inch) of GI pipe of length above 157 2.5m (8.2 ft) are buried upright in the earth manually or with the help of a pneumatic hammer. The length of embedded electrodes in the soil reduces earth resistance to a desired value.

ಇದು ಪೈಪ್ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ವಿಧಾನದಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. 12.5mm (1/2 ಇಂಚು) ವ್ಯಾಸದ ತಾಮ್ರದ ರಾಡ್ ಅಥವಾ ಕಲಾಯಿ ಉಕ್ಕಿನ 16mm (0.6in) ವ್ಯಾಸ ಅಥವಾ 157 2.5m (8.2 ft) ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ GI ಪೈಪ್‌ನ ಟೊಳ್ಳಾದ ವಿಭಾಗ 25mm (1inch) ಅನ್ನು ಕೈಯಾರೆ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಹೂಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ ನ್ಯೂಮ್ಯಾಟಿಕ್ ಸುತ್ತಿಗೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ. ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಎಂಬೆಡೆಡ್ ವಿದ್ಯುದ್ವಾರಗಳ ಉದ್ದವು ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಭೂಮಿಯ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

पाईप अर्थिंग सारखीच पद्धत आहे. 12.5 मिमी (1/2 इंच) व्यासाचा तांब्याचा रॉड किंवा गॅल्वनाइज्ड स्टीलचा 16 मिमी (0.6 इंच) व्यासाचा किंवा 157 2.5 मीटर (8.2 फूट) पेक्षा जास्त लांबीच्या जीआय पाईपचा पोकळ भाग 25 मिमी (1 इंच) पृथ्वीमध्ये सरळ गाडला जातो. किंवा वायवीय हॅमरच्या मदतीने. मातीमध्ये एम्बेडेड इलेक्ट्रोडची लांबी इच्छित मूल्यापर्यंत पृथ्वीची प्रतिकारशक्ती कमी करते.

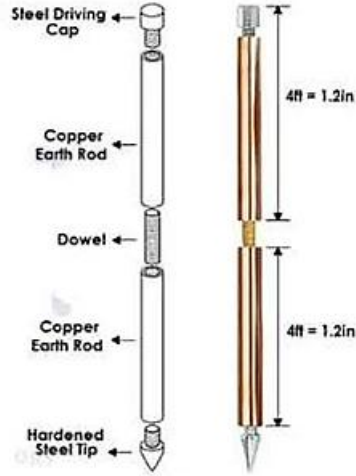


Figure 5.4 Rod Earthing

Earthing through the Waterman

In this method of earthing, the waterman (Galvanized GI) pipes are used for earthing purpose. Make sure to check the resistance of GI pipes and use earthing clamps to minimize the resistance for proper earthing connection. If stranded conductor is used as earth wire, then clean the end of the strands of the wire and make sure it is in the straight and parallel position which is possible then to connect tightly to the waterman pipe.

ಈ ಅರ್ಥिंग್ ವಿಧानದಲ್ಲಿ, वाळरुम्यान् (गाल्वनाइज्ड जीआय) प्येपुगळनु अर्धिंग् लुद्वेशक्यागि बळसलागुत्तुद. GI प्येपुगळ प्रुतिरुोधवनु पुरेक्किसलु खचितपडिसकुळ्ळि मत्तु सरुयाद अर्धिंग् संपर्कक्यागि प्रुतिरुोधवनु कडिमे मळलु अर्धिंग् कळुणुगळनु बळसि. स्याण्डेड कंडक्चरु अन्नु भुमियु तंतियुगि बळसिदरे, नंतर तंतियु एळगळ तुदियनु सृज्कुगुळिसि मत्तु अदु नैर मत्तु समानांतर स्यानदळिदु एणुदु खचितपडिसकुळ्ळि नंतर वाळरुम्यान् प्येपु, बिगियुगि संपर्किसलु सळ्ळुवुदु.

अर्थिंगच्या या पद्धतीमध्ये, वॉटरमॅन (गॅल्वनाइज्ड जीआय) पाईप्सचा वापर अर्थिंगसाठी केला जातो. GI पाईप्सचा प्रतिकार तपासण्याची खात्री करा आणि योग्य अर्थिंग कनेक्शनसाठी प्रतिकार कमी करण्यासाठी अर्थिंग क्लॅम्प वापरा. जर अडकलेल्या कंडक्टरचा वापर अर्थ वायर म्हणून केला जात असेल, तर वायरच्या स्ट्रँडचा शेवट स्वच्छ करा आणि वॉटरमन पाईपला घट्ट जोडण्यासाठी ते सरळ आणि समांतर स्थितीत असल्याची खात्री करा.

Strip or Wire Earthing: In this method of earthing, strip electrodes of cross-section not less than 25mm x 1.6mm (1in x 0.06in) is buried in a horizontal trench of a minimum depth of 0.5m. If copper with a cross-section of 25mm x 4mm (1in x 0.15in) is used and a dimension of 3.0mm² if it's a

galvanized iron or steel. If at all round conductors are used, their cross-section area should not be too small, say less than 6.0mm² if it's a galvanized iron or steel. The length of the conductor buried in the ground would give a sufficient earth resistance and this length should not be less than 15m.

ಈ ಅರ್ಥಿಂಗ್ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ, 25mm x 1.6mm (1in x 0.06in) ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿಲ್ಲದ ಅಡ್ಡ-ವಿಭಾಗದ ಸ್ಟ್ರಿಪ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್‌ಗಳನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ 0.5m ಆಳದ ಸಮತಲ ಕಂದಕಗಳಲ್ಲಿ ಹೂಳಲಾಗುತ್ತದೆ. 25mm x 4mm (1in x 0.15in) ಅಡ್ಡ-ವಿಭಾಗದೊಂದಿಗೆ ತಾಮ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ ಮತ್ತು ಅದು ಕಲಾಯಿ ಮಾಡಿದ ಕಬ್ಬಿಣ ಅಥವಾ ಉಕ್ಕಿನಾಗಿದ್ದರೆ 3.0mm² ಆಯಾಮ. ಎಲ್ಲಾ ಸುತ್ತಿನ ವಾಹಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ, ಅವುಗಳ ಅಡ್ಡ-ವಿಭಾಗದ ಪ್ರದೇಶವು ತುಂಬಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರಬಾರದು, ಅದು ಕಲಾಯಿ ಮಾಡಿದ ಕಬ್ಬಿಣ ಅಥವಾ ಉಕ್ಕಿನಾಗಿದ್ದರೆ 6.0mm² ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಎಂದು ಹೇಳಿ. ನೆಲದಲ್ಲಿ ಸಮಾಧಿ ಮಾಡಿದ ವಾಹಕದ ಉದ್ದವು ಸಾಕಷ್ಟು ಭೂಮಿಯ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಉದ್ದವು 15 ಮೀ ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರಬಾರದು.

ಅರ್ಥಿಂಗ್‌ನ ಯಾ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ, 25mm x 1.6mm (1in x 0.06in) ಪೆಕ್ಷಾ ಕಮಿ ನಸಲೇಲ್ಯಾ ಕ್ರಾಸ್-ಸೆಕ್ಷನ್‌ನು ಸ್ಟ್ರಿಪ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್ ಕಿಮಾನ್ 0.5 ಮೀಟರ್ ಖೋಲಿಚ್ಯಾ ಆಡವ್ಯಾ ಖಂದಕಾತ್ ಗಾಡಲೆ ಜಾತಾತ್. 25mm x 4mm (1in x 0.15in) ಚ್ಯಾ ಕ್ರಾಸ್-ಸೆಕ್ಷನ್‌ನು ಸಹ ತಾಂಬೆ ವಾಪರಲ್ಯಾಸ ಆಗಿ ಗೆಲ್ವನಾಝ್ಡ್ ಲೋಹ್ ಕಿವಾ ಸ್ಟೀಲ್ ಅಸಲ್ಯಾಸ 3.0mm² ಚೆ ಪರಿಮಾಣ. ಸರ್ವ್ ಗೋಲಾಕಾರ ಕಂಡಕ್ಟರ್ ವಾಪರಲೆ ಅಸಲ್ಯಾಸ, ತ್ಯಾಂಚೆ ಕ್ರಾಸ್-ಸೆಕ್ಷನ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ಖುಪ್ ಲಹಾನ್ ನಸಾವೆ, ಜರ್ ತೆ ಗೆಲ್ವನಾಝ್ಡ್ ಲೋಹ್ ಕಿವಾ ಸ್ಟೀಲ್ ಅಸೆಲ್ ತರ್ 6.0 ಮಿಮಿ 2 ಪೆಕ್ಷಾ ಕಮಿ ಮ್ಹಣಾ. ಜಮಿನೀತ್ ಗಾಡಲೇಲ್ಯಾ ಕಂಡಕ್ಟರ್‌ಚಿ ಲಾಂಬಿ ಪುರೇಶಿ ಪೃಥ್ವಿ ಪ್ರತಿಕಾರ ದೇಇಲ್ ಆಗಿ ಹಿ ಲಾಂಬಿ 15m ಪೆಕ್ಷಾ ಕಮಿ ನಸಾವಿ.

5.4.2 Safety Precautions to avoid shock

1. The first step of electrical safety, avoid water at all times when working with electricity. Never touch or try repairing any electrical equipment or circuits with wet hands. It increases the conductivity of the electric current.
2. Never use equipment with frayed cords, damaged insulation, or broken plugs.
3. If you are working on any receptacle at your home then always turn off the mains. It is also a good idea to put up a sign on the service panel so that nobody turns the main switch ON by accident.
4. Always use insulated tools while working.
5. Always use appropriate insulated rubber gloves and goggles while working on any branch circuit or any other electrical circuit.
6. Never try repairing energized equipment. Always check that it is de-energized first by using a tester.
7. Never use an aluminum or steel ladder if you are working on any receptacle at height in your home. An electrical surge will ground you and the whole electric current will pass through your body. Use a bamboo, wooden or a fiberglass ladder instead.

ಆಘಾತವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಸುರಕ್ಷತಾ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಗಳು

1. ವಿದ್ಯುತ್ ಸುರಕ್ಷತೆಯ ಮೊದಲ ಹಂತ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವಾಗ ಎಲ್ಲಾ ಸಮಯದಲ್ಲೂ ನೀರನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ. ಎಂದಿಗೂ ಒದ್ದೆಯಾದ ಕೈಗಳಿಂದ ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣಗಳು ಅಥವಾ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್‌ಗಳನ್ನು ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿ ಅಥವಾ ಸರಿಪಡಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ. ಇದು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ ವಾಹಕತೆ.

2. ಹುರಿದ ಹಗ್ಗಗಳು, ಹಾನಿಗೊಳಗಾದ ನಿರೋಧನ ಅಥವಾ ಮುರಿದ ಪ್ಲಗ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಎಂದಿಗೂ ಬಳಸಬೇಡಿ.
3. ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ರೆಸೆಪ್ಟಾಕಲ್‌ನಲ್ಲಿ ನೀವು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಮುಖ್ಯವನ್ನು ಆಫ್ ಮಾಡಿ. ಇದು ಕೂಡ ಎ ಸರ್ವಿಸ್ ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಹಾಕುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು ಇದರಿಂದ ಯಾರೂ ಮುಖ್ಯ ಸ್ವಿಚ್ ಅನ್ನು ಆನ್ ಮಾಡಬಾರದು ಅಪಘಾತ.
4. ಕೆಲಸ ಮಾಡುವಾಗ ಯಾವಾಗಲೂ ಇನ್ಸುಲೇಟೆಡ್ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ.
5. ಯಾವುದೇ ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವಾಗ ಯಾವಾಗಲೂ ಸೂಕ್ತವಾದ ಇನ್ಸುಲೇಟೆಡ್ ರಬ್ಬರ್ ಕೈಗವಸುಗಳು ಮತ್ತು ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್ ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ಇತರ ವಿದ್ಯುತ್ ಸರ್ಕ್ಯೂಟ್.
6. ಶಕ್ತಿಯುತ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ದುರಸ್ತಿ ಮಾಡಲು ಎಂದಿಗೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಬೇಡಿ. a ಅನ್ನು ಬಳಸುವ ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ಮೊದಲು ಡಿ-ಎನರ್ಜೈಸ್ ಮಾಡಲಾಗಿದೆಯೇ ಎಂದು ಯಾವಾಗಲೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಕ.
7. ನೀವು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದೇ ರೆಸೆಪ್ಟಾಕಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಅಥವಾ ಸ್ಟೀಲ್ ಲ್ಯಾಡರ್ ಅನ್ನು ಎಂದಿಗೂ ಬಳಸಬೇಡಿ
ಮನೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಉಲ್ಬಣವು ನಿಮ್ಮನ್ನು ನೆಲಸಮಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ
ನಿನ್ನ ದೇಹ. ಬದಲಿಗೆ ಬಿದಿರು, ಮರದ ಅಥವಾ ಫೈಬರ್‌ಗ್ಲಾಸ್ ಲ್ಯಾಡರ್ ಬಳಸಿ.

ಶಾಕ ಟಾಱುನುಸಾಠಿ ಸುರಕ್ಷಾ ಖಬರದಾರಿ

1. ವಿದ್ಯುತ ಸುರಕ್ಷೆಚಿ ಪಹಿಲಿ ಪಾಯರಿ, ವಿಜೆಸೊಬತ ಕಾಢ ಕರತಾಢಾ ಢೆಹಢಿ ಪಾಣಿ ಟಾಱಾ. ಕಧಿಚ ಢಾಹಿ ಕೊಣತುಾಹಿ ವಿದ್ಯುತ ಁಪಕರಣೆ ಕಿಂವಾ ಸರ್ಕಿಟ್‌ಸ ಁಲ್ಯಾ ಹಾತಾಢಿ ಸ್ಪರ್ಶ ಕರಾ ಕಿಂವಾ ದುರುಸ್ತ ಕರಣುಾಚಾ ಪ್ರಯತ್ನ ಕರಾ. ತೆ ವಾಢವತೆ ವಿದ್ಯುತ ಪ್ರವಾಹಾಚಿ ಚಾಲಕತಾ.
2. ತುಟಲೆಲ್ಯಾ ದೊರ, ಖರಾಬ ಜಾಲೆಲೆ ಇನ್ಸುಲೆಶಢ ಕಿಂವಾ ತುಟಲೆಲೆ ಪ್ಲಗ ಅಸಲೆಲೆ ಁಪಕರಣ ಕಧಿಹಿ ವಾಪರೂ ಢಕಾ.
3. ಜರ ತುಢಿ ತುಢಚುಾ ಘರಾಠಿಲ ಕೊಣತುಾಹಿ ರಿಸೆಁಕ್ಲವರ ಕಾಢ ಕರತ ಅಸಾಲ ತರ ಢೆಹಢಿ ಢೆಢ ಬಢದ ಕರಾ. ತಸೆಚ ಁಸರ್ಕಿಟ್‌ಸ ಪಢ್ಢಲವರ ಁಕ ಚಿಢ್ಹ ಲಾವಣೆ ಚಾಢಗಲೆ ಆಹೆ ಜೆಣೆಕರೂಢ ಕೊಣಿಹಿ ಢುಖು ಸ್ವಿಚ ಚಾಲೂ ಕರೂ ಢಯೆ ಅಪಘಾತ
4. ಕಾಢ ಕರತಾಢಾ ಢೆಹಢಿ ಇನ್ಸುಲೆಟೆಡ ಟೂಲ್ಸ್ ವಾಪರಾ.
5. ಕೊಣತುಾಹಿ ಶಾಖೆವರ ಕಾಢ ಕರತಾಢಾ ಢೆಹಢಿ ಯೂಗು ಇನ್ಸುಲೆಟೆಡ ರಬರಚೆ ಹಾತಢೂಜೆ ಆಢಿ ಗಾಙಗಲ ವಾಪರಾ ಸರ್ಕಿಟ್ ಕಿಂವಾ ಇತರ ಕೊಣತೆಹಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕಲ ಸರ್ಕಿಟ್.
6. ಁರ್ಜಿಯುಕ್ತ ಁಪಕರಣೆ ದುರುಸ್ತ ಕರಣುಾಚಾ ಕಧಿಹಿ ಪ್ರಯತ್ನ ಕರೂ ಢಕಾ. ಅ ವಾಪರೂಢ ತೆ ಪ್ರಥಢ ಡಿ-ಁಢರ್ಜಾಇಜ ಕೆಲೆಲೆ ಆಹೆ ಕಾ ತೆ ಢೆಹಢಿ ತಪಾಸಾ ಪರಿಕ್ಷಕ
7. ತುಢಿ ತುಢಚುಾ ಁಢ್ಚಿವರ ಅಸಲೆಲ್ಯಾ ಕೊಣತುಾಹಿ ರಿಸೆಁಕ್ಲವರ ಕಾಢ ಕರತ ಅಸಾಲ ತರ ಕಧಿಹಿ ಅಲ್ಯುಢಿಢಿಯಢ ಕಿಂವಾ ಸ್ಟೀಲಚಿ ಶಿಡಿ ವಾಪರೂ ಢಕಾ. ಢುಖುಪೃಠ. ವಿದ್ಯುತ ಲಾಟ್ ತುಢಾಲಾ ಜಢಿಢಿವರ ಆಣೆಲ ಆಢಿ ಸಢ್ಪೂರ್ಣ ವಿದ್ಯುತ ಪ್ರವಾಹ ತುಾತೂಢ ಜಾರ್ಲ ತುಢಚೆ ಶರೀರ. ತುಾಁವಜಿ ಬಾಢ್ಬೂ ಲಾಕಡಿ ಕಿಂವಾ ಫಾಯಬರಗಲಾಸಚಿ ಶಿಡಿ ವಾಪರಾ.

Text Books:

1. Basic Electrical Engineering by D C Kulshreshtha, Tata McGraw Hill, First Edition 2019.
2. A text book of Electrical Technology by B.L. Theraja, S Chand and Company, reprint edition 2014.

Reference Books:

1. Basic Electrical Engineering, D. P. Kothari and I. J. Nagrath, Tata McGraw Hill 4th edition, 2019.
2. Principles of Electrical Engineering & Electronics by V. K. Mehta, Rohit Mehta, S. Chand and Company Publications, 2nd edition, 2015.
3. Fundamentals of Electrical Engineering by Rajendra Prasad, PHI, 3rd edition, 2014.